

**KAJIAN SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*)
VARIETAS SUKUH TERMODIFIKASI SECARA FISIK KE DALAM
TEPUNG TERIGU DAN KONSENTRASI RAGI TERHADAP
KARAKTERISTIK DONAT**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana
Di Jurusan Teknologi Pangan*

Oleh :

**Siska Sari Fitriani
103020095**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2014**

**KAJIAN SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR (*Ipoemoea batatas*)
VARIETAS SUKUH YANG TERMODIFIKASI SECARA FISIK
KE DALAM TERIGU DAN KONSENTRASI RAGI
TERHADAP KARAKTERISTIK DONAT**

**Oleh :
Siska Sari Fitriani
103020095**

**Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh:**

Pembimbing Utama

(Ir. Sumartini, MP)

Pembimbing Pendamping

(Ir. Hervelly, MP)

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir dengan judul **“KAJIAN SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*) VARIETAS SUKUH TERMODIFIKASI SECARA FISIK KE DALAM TERIGU DAN KONSENTRASI RAGI TERHADAP KARAKTERISTIK DONAT”**.

Tujuan penyusunan proposal tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Seminar Usulan Penelitian di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, bimbingan, pengarahan, serta masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Sumartini, MP., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pandangan dan pengarahan dalam penyusunan proposal tugas akhir.
2. Ir. Hervelly, MP., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, pandangan dan pengarahan dalam penyusunan proposal tugas akhir.
3. Dr. Ir. Leni Afrianti, MP., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
4. Kedua orang tua tercinta, Bapak A. Prihanto dan Mamah N. Handayani, atas doa dan kasih sayang yang tak akan pernah terganti oleh apapun.

5. Suamiku Wildan Moch.S, atas cinta dan semangat yang tak pernah lekang oleh waktu.
6. Anakku tersayang M. Hasby A.Fauzani, atas cinta dan pengertiannya yang tak terganti.
7. Cici, Nanan, Ani, Dika, Pak Mul, Deri, gunung, Fauzani, Nova, serta rekan-rekan kelas karyawan atas bantuan dan persahabatan yang menyenangkan.
8. Ana, Pak Andri, Eko, dan rekan-rekan kerja yang telah banyak membantu penulis.
9. Kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, dengan kerendahan hati penulis berharap semoga dengan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT	x
I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	8
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Kerangka Pemikiran	9
1.6. Hipotesis Penelitian.....	22
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	22
II TINJAUAN PUSTAKA	23
2.1. Bahan Baku Utama.....	23
2.1.1. Terigu	23
2.1.2. Ubi Jalar	25
2.1.3. Tepung Ubi Jalar.....	28
2.1.4. Modifikasi Tepung ubi jalar dengan Heat Moisture Treatment	31
2.2. Bahan Penunjang.....	35
2.2.1. Ragi	35
2.2.2. Gula	38
2.2.3. Garam.....	39
2.2.4. Baking Powder.....	39
2.2.5. Telur	40
2.2.6. Margarin	41
2.2.7. Susu bubuk	42
2.2.8. Air	43
2.2.9. <i>Bread Improver</i>	44

2.3. Donat	44
III BAHAN, ALAT, DAN METODE PENELITIAN.....	48
3.1. Bahan dan Alat Penelitian.....	48
3.1.1. Bahan-bahan yang Digunakan.....	48
3.1.2. Alat yang Digunakan.....	48
3.2. Metode Penelitian.....	49
3.2.1. Penelitian Pendahuluan	49
3.2.2. Penelitian utama.....	49
3.3. Deskripsi Penelitian.....	55
3.3.1. Penelitian Pendahuluan	55
3.3.2. Penelitian Utama.....	58
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1. Penelitian Pendahuluan.....	64
4.1.1. Analisis Kimia dan Rendemen Tepung Ubi Jalar.....	64
4.2. Penelitian Utama	72
4.2.1. Analisis Fisik	73
4.2.2. Analisis Kimia	76
4.2.3. Uji Organoleptik	79
4.2.4. Penentuan dan Analisis Sampel Terpilih	86
V KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Berbagai Jenis Ubi Jalar.....	27
2. Struktur Amilosa dan Amilopektin.....	33
3. Donat.....	44
4. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar Modifikasi.....	62
5. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Donat.....	63
6. Grafik Tepung Modifikasi Pada Suhu 77 ⁰ C Selama 3 Jam	67
7. Beberapa Tipe Amilogram Pengukuran Brabender	68
8. Grafik Tepung Modifikasi Pada Suhu 77 ⁰ C Selama 3 Jam	110
9. Grafik Tepung Modifikasi Pada Suhu 50 ⁰ C Selama 3 Jam	111
10. Grafik Tepung Non Modifikasi.....	111
11. Produk Donat Hasil Penelitian.....	157

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Umum Tepung Terigu.....	24
2. Standar Mutu Ubi Jalar.....	27
3. Komposisi Kimia Ubi Jalar Per 100 Gram Bahan Segar.....	28
4. Komposisi Nilai Gizi Tepung Ubi Jalar.....	29
5. Kriteria Mutu Tepung Ubi Jalar.....	30
6. Rendemen Tepung Dari Tiga Jenis Ubi Jalar.....	30
7. Komposisi Rata-Rata Pada Telur.....	40
8. Komposisi Umum Margarin.....	40
9. Syarat Mutu Air Untuk Industri Pangan.....	42
10. Matriks Rancangan Acak Kelompok Dengan 6 Faktor.....	52
11. Denah (Layout) Rancangan Acak Kelompok.....	52
12. Analisis Variansi (ANAVA).....	53
13. Kriteria Penilaian Uji Hedonik.....	54
14. Formulasi Donat Dengan Berbagai Perbandingan Konsentrasi Tepung Ubi Jalar Termodifikasi Dengan Tepung Terigu.....	59
15. Analisis Sifat Amilografi Tepung Ubi Jalar Termodifikasi Dan Non Modifikasi.....	65
16. Hasil Analisis Kimia Dan Rendemen Tepung Ubi Jalar Termodifikasi.....	69
17. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Ubi Jalar Dengan Terigu Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Volume Pengembangan (%) Donat	74
18. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Ubi Jalar Dengan Terigu Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Kadar Air (%) Donat	76
19. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Ubi Jalar Dengan Terigu Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Gula Reduksi (%) Donat	78

20. Pengaruh Konsentrasi Ragi Terhadap Nilai Penampakan Donat	80
21. Pengaruh Konsentrasi Ragi Terhadap Aroma Donat	82
22. Pengaruh Konsentrasi Ragi Terhadap Rasa Donat	83
23. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Ubi Jalar Dengan Terigu Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Tekstur Donat.....	85
24. Hasil Analisis Kimia Sampel Terpilih.....	87
25. Syarat Mutu Donat Berdasarkan SNI	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Analisis Kimia	101
1.1. Prosedur Analisis Kimia Penentuan Kadar Air Metode Gravimetri.....	101
1.2. Prosedur Analisis Kimia Penentuan Kadar gula reduksi Metode Luff Schorl.....	103
1.3. Prosedur Analisis Kimia Penentuan Kadar Protein Metode Kjeldahl	105
1.4. Prosedur Analisis Kimia Penentuan Kadar Lemak Metode Soxhlet	118
1.5. Prosedur Penentuan Sifat Amilografi Tepung dengan <i>Brookfield</i>	110
2. Perhitungan Rendemen Bahan Baku	112
2.1. Perhitungan Rendemen Tepung Ubi Jalar.....	112
3. Prosedur Analisis Fisik	112
3.1. Volume Pengembangan	112
4. Format Pengujian Organoleptik.....	114
5. Prosedur Penerapan Modifikasi <i>Heat Moisture Threatment</i>	115
5.1. Prosedur Penerapan Modifikasi <i>Heat Moisture Threatment</i> Pada tepung	115
6. Standar Mutu	116
7. Perhitungan Penelitian Utama	117
8. Hasil Perhitungan Uji Organoleptik	133
9. Penentuan Sampel Terpilih	156
10. Perhitungan Analisis Kimia Sampel Terpilih.....	157

INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh substitusi tepung ubi jalar termodifikasi secara fisik ke dalam tepung terigu dan konsentrasi ragi terhadap karakteristik donat. Manfaat dari penelitian ini adalah meningkatkan daya guna dan nilai ekonomi dari ubi jalar, memaksimalkan penggunaan tepung ubi jalar menjadi produk olahan dan menghemat penggunaan terigu yang masih dimpor.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama merupakan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (A) dengan tiga taraf yaitu perbandingan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi : terigu (10:90), perbandingan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi : terigu (20:80), dan perbandingan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi : terigu (30:70). Faktor kedua merupakan konsentrasi ragi (B) dengan taraf 1%, 1,5% dan 2%.

Hasil analisis statistik terhadap interaksi antara substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam tepung terigu dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap volume pengembangan, kadar air, kadar gula reduksi, dan tekstur donat. Hasil analisis fisik, kimia, dan uji organoleptik sampel yang terpilih ialah pada perlakuan a3b1 (substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu 30:70 dan konsentrasi ragi 1%) dengan kadar lemak 24,35% dan kadar protein 5,82%.

ABSTRACT

The purpose of research was to studied the effect of substitution of sweet potato flour physically modified wheat into flour and yeast concentration about doughnut characteristic. The benefit of this research was an increased the efficiency and economic value from sweet potato. Use maximum powder develop manner product and save use still of export powder.

The experimental design was used in Randomized Block Design with two factors. The first factor is substituted modified sweet potato flour into wheat flour (A) with three levels are comparison of substitution modified sweet potato flour : wheat flour (10:90), substitution modified sweet potato flour : wheat flour (20:80) , and substitution modified sweet potato flour : wheat flour (30:70). The second factor is the concentration of yeast (B) with three levels, 1 % , 1.5 % and 2 % .

The result statistic analist showed interaction between the substitution modified sweet potato flour in wheat flour and yeast concentration affected to volume expansion of doughnut, water content, reducing sugar content, and texture of doughnut. The results of physical and chemical analysis , and from organoleptic test parameters, the sample was selected a3b1 treatment (substituted modified sweet potato flour into wheat flour 30:70 and yeast concentration 1 %) with fat content 24.35 % and protein content 5.82 %.

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Tepung terigu merupakan tepung yang berasal dari gandum. Gandum merupakan jenis biji-bijian sereal yang paling banyak jumlahnya dibandingkan dengan biji-bijian hasil olahan pangan lainnya.

Konsumsi tepung terigu di Indonesia mengalami kecenderungan untuk meningkat setiap tahunnya. Peningkatan ini disebabkan karena bertambahnya permintaan dari industri mie dan biskuit (50%), industri roti (45%) dan sisanya untuk industri perekat. Peningkatan kebutuhan tersebut menyebabkan peningkatan impor tepung terigu dan pengeluaran devisa yang banyak karena gandum tidak dapat dibudidayakan di Indonesia. BULOG (Badan Urusan Logistik), tahun 1996 mengimpor gandum sekitar 3,4 juta ton. Diperkirakan tahun 1996 sampai tahun 2010 kebutuhan naik (tiap tahun) sebesar 10% (Yusuf, 1985). Dan pada tahun 2012 impor gandum ke Indonesia telah mencapai 6,2 juta ton (USDA). Kenyataan tersebut memungkinkan diperlukannya suatu alternatif untuk menggunakan tepung dari umbi-umbian sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam proses pembuatan donat yang sebelumnya 100% menggunakan tepung terigu dengan melakukan substitusi parsial atau seluruhnya dengan tepung-tepung lain yang berasal dari dalam negeri.

Keberhasilan perlakuan substitusi tersebut akan mendorong perkembangan industri makanan di dalam negeri. Perkembangan industri semacam itu, diharapkan dapat merangsang peningkatan produksi pangan penghasil tepung. Oleh karena itu penelitian yang lebih mengarah ke masalah substitusi tepung sangat penting dan diperlukan.

Bahan-bahan yang digunakan yang berasal dari umbi-umbian atau olahannya belum dimanfaatkan secara maksimal. Ubi jalar contohnya. Ubi jalar merupakan tanaman yang banyak terdapat di Indonesia. Produksi ubi jalar cukup meningkat dari tahun ke tahun. Menurut catatan Badan Pusat Statistik (2012), produksi ubi jalar dari ke tahun tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Pada tahun 2007 produksi ubi jalar sebesar 1.749.070 ton dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 1.889.222 ton.

Salah satu potensi pengembangan ubi jalar adalah dengan diolah menjadi tepung. Proses pembuatannya cukup sederhana dan dapat dilakukan dalam skala rumah tangga maupun industri kecil. Kandungan gula yang tinggi pada ubi jalar dapat menyebabkan reaksi pencoklatan. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan perlakuan pendahuluan berupa *blanching* atau perendaman sebelum pengeringan dengan menggunakan bahan kimia anti pencoklatan seperti Natrium Bisulfit (NaHSO_3) (Kadarisman dan Sulaeman, 1993).

Pembuatan tepung ubi jalar meliputi pembersihan, pengupasan, pengirisan dan pengeringan sampai kadar air tertentu. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis

dalam pengangkutan dan penyimpanan, dan dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno, 1981).

Tepung ubi jalar dapat digunakan untuk mensubstitusi tepung terigu dalam pembuatan produk donat, makanan bayi, permen, saus, makanan sarapan, makanan ringan, roti, biskuit dan lain sebagainya. Tepung ubi jalar juga memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai sumber karbohidrat, serat pangan dan beta karoten (Kadarisman dan Sulaeman, 1993).

Substitusi maksimum tepung non gandum dalam pembuatan produk roti misalnya hanya sampai 20% dari jumlah terigu. Beberapa penelitian mengenai hal ini telah dilakukan menggunakan bahan pensubstitusi yang berbeda antara lain tepung singkong dan tape singkong pada pembuatan donat (Eben, 1999), tepung sorgum (Suarni, 1996), tepung biji durian (Maisuryanti, 2004) dan tepung ubi jalar (Yusianti dan Hariyadi, 2001). Penambahan tepung non gandum lebih besar dari 10% umumnya menghasilkan pengenceran gluten secara berlebihan menghasilkan roti yang bermutu rendah, baik dari segi penampakan fisik, volume, remah dan tekstur roti (Dendy, James dan Clarke, 1970 dalam Akbar 1994).

Hasil kajian penggunaan tepung ubi jalar menunjukkan bahwa tepung ubi jalar dapat digunakan untuk mensubstitusi terigu sampai 30% dalam produk donat dengan daya kembang yang cukup optimal serta memiliki karakteristik yang cukup disukai konsumen. Untuk produk bolu kukus masih memiliki karakteristik yang baik meski substitusi terigu dengan tepung ubi jalar mencapai 60% serta tidak memberikan efek yang berbeda terhadap penambahan bobot dan daya kembang (tingkat kemekaran) bolu kukus. Disamping itu tingkat kesukaan

konsumen terhadap penggunaan 60% tepung ubi jalar terhadap bolu kukus masih cukup tinggi. Sedangkan pada cake (bolu panggang) substitusi terigu dengan tepung ubi jalar dapat mencapai 50%. Substitusi tersebut mampu menghasilkan cake yang baik dan disukai konsumen (Syarifah, 2011)

Ubi jalar varietas Sukuh dengan umur panen 4-4,5 bulan dipilih sebab merupakan varietas unggul yang kurang dibudidayakan dan pada umur panen sekian akan diperoleh ubi jalar dengan kematangan yang sesuai. Dari segi kandungan patinya ubi jalar varietas sukuh cukup tinggi sehingga cukup berpotensi. Meskipun kandungan patinya tinggi tetapi tidak bisa diperluas aplikasinya dalam pengolahan pangan lain sebab sifat alaminya kurang bagus yaitu *swelling power*nya tinggi. Maka dari itu perlu adanya modifikasi.

Modifikasi pati dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat pati sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat yang diharapkan agar dapat memenuhi kebutuhan tertentu. Ada berbagai metode modifikasi pati, yaitu secara fisik, kimia dan enzimatis. Modifikasi secara fisik terdiri dari Pregelatinisasi dan *Heat Moisture Treatment* (HMT), modifikasi secara kimia ialah terdiri dari *cross linking*, Metode substitusi, gabungan *cross linking* dan substituti, dan hidrolisis asam. Dan metode secara enzimatis biasanya dengan penambahan enzim atau menggunakan mikroba penghasil enzim tertentu. Dari ketiga jenis modifikasi, yang paling efisien untuk diterapkan adalah modifikasi secara fisik, yaitu dengan menggunakan panas lembab atau *Heat Moisture Treatment* (HMT) untuk mendapatkan tepung ubi yang tidak mudah lembek ketika diterapkan sebagai bahan pembuat makanan dengan tetap

mempertahankan sifat fungsional yang ada pada ubi jalar. Selain itu metode ini tergolong murah dan aman sebab tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu. Kekurangan dari metode ini adalah lamanya proses modifikasi dan kesulitan dalam menentukan suhu dan lama proses pemanasan yang ideal (widya, 2010).

Penelitian tentang ubi jalar dengan menggunakan modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) yang pernah dilakukan di luar negeri adalah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat fisik dan kimianya. Penelitian tersebut menggunakan beberapa varietas ubi jalar segar (Tsakama *et al*, 2011). Sedangkan di Indonesia modifikasi dengan *heat moisture-treatment* pernah dilakukan untuk mengubah pati sagu agar bisa diaplikasikan pada bihun instan (Ramadhan Kurnia, 2009). Hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memperbaiki sifat alami ubi jalar sehingga bisa diaplikasikan pada pengolahan yang diinginkan.

Ragi merupakan jamur bersel satu yang mengubah gula dan pati menjadi gas karbondioksida dan alkohol. Alkohol yang dihasilkan akan menghilang pada saat proses pembakaran roti (Alden, 2005). Ragi merupakan mikroorganisme hidup yang membutuhkan kondisi yang sesuai agar tetap hidup. Ragi akan memperoleh gula yang mudah diragikan dari empat sumber dalam adonan, antara lain, dari sel ragi itu sendiri, tepung, air, dan gula yang ditambahkan kedalam adonan sesuai dengan formula dari adonan itu sendiri.

Menurut US Wheat Associates (1983), kuantitas ragi untuk membuat donat tergantung pada jenis formula, termasuk jumlah telur, ukuran dan berat donat. Ragi yang dipergunakan berlebihan akan menghasilkan susunan dan aroma donat

yang tidak mencapai sasaran seperti yang diharapkan, dan juga serapan lemaknya berlebihan. Namun demikian jumlah konsentrasi ragi yang ditetapkan ialah 2-5% dari jumlah tepung.

Faktor utama yang mempengaruhi pengembangan adonan donat adalah konsentrasi ragi. Ragi yang digunakan yaitu khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi akan bekerja jika kontak dengan tepung dan air. Jika ragi, air dan tepung dikombinasikan, enzim diatase di dalam tepung saat proses fermentasi akan memecah pati menjadi maltosa yang diperlukan sebagai sumber makanan bagi ragi (Beranbaum, 2003).

Salah satu pengaplikasian produk dari substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam tepung terigu adalah produk donat, donat (*doughnuts* atau *donut*) adalah makanan yang digoreng, dibuat dari adonan tepung terigu, gula, telur dan mentega. Donat yang paling umum adalah donat berbentuk cincin dengan lubang di tengah dan donat berbentuk bundar dengan isi yang rasanya manis, seperti berbagai jenis selai, jelly, krim, dan *custard*.

Donat di beberapa negara tertentu banyak terbuat dari tepung terigu dan merupakan bahan pangan yang populer. Tepung terigu yang terbuat dari gandum itu biasanya persediaannya harus diimpor sehingga memerlukan pengeluaran yang cukup besar karena gandum tidak dapat ditanam di daerah tropis yang lembab (Buckle,dkk.,1987). Substitusi tepung ubi jalar ke dalam tepung terigu penting dilakukan guna mengurangi penggunaan tepung terigu di masyarakat. Kelemahan dari tepung ubi jalar ini ialah tidak memiliki gluten sedangkan dalam proses pembuatan donat, gluten tersebut sangat penting dan diperlukan untuk membantu

mempertahankan gas CO₂ yang terbentuk selama proses fermentasi. Pada saat proses fermentasi ini ada perubahan yang terjadi antara karbohidrat (gula yang menjadi sumber makanan ragi) menjadi gas CO₂. Selain itu dengan tidak adanya gluten pada tepung ubi jalar ini menyebabkan lemahnya adonan dan kurangnya daya penahan gas yang pada akhirnya akan mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan (Anwar, 1993).

Donat merupakan salah satu produk makanan yang hampir sama dengan roti dan mempunyai nilai gizi yang tinggi jika dibandingkan dengan makanan pokok lainnya. Perbedaan yang mendasar antara donat dan roti ialah dilihat dari formulasi dan proses pematangannya. Donat dimatangkan dengan cara di goreng dan roti dimatangkan dengan cara di panggang atau dikukus. Pada beberapa negara tertentu, donat merupakan 18 % - 80 % makanan pokok yang dikonsumsi sehari-hari karena donat dapat digunakan sebagai makanan ringan dan dapat dikonsumsi kapan saja, maka akhirnya donat berkembang pesat di negara-negara yang sedang berkembang termasuk Indonesia.

Pembuatan adonan donat meliputi proses pengadukan bahan dan pengembangan adonan (dough development) sampai proses fermentasinya. Proses pengadukan bahan baku donat erat kaitannya dengan pembentukan zat gluten, sehingga adonan siap menerima gas CO₂ dari aktivitas fermentasi. Prinsipnya proses pengaduan ini adalah pemukulan dan penarikan jaringan zat gluten sehingga struktur spiralnya akan berubah menjadi sejajar satu dengan lainnya. Jika struktur ini tercapai maka permukaan adonan akan terlihat mengkilap dan tidak lengket serta adonan akan mengembang pada titik optimum dimana zat

gluten dapat ditarik atau dikerutkan. Sistem pembentukan adonan dalam pembuatan donat yaitu : *Sponge and dough, straight dough and no time dough*, yang paling sering digunakan pada pembuatan donat adalah dengan sistem pembentukan adonan *sponge and dough*.

1.2. Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh substitusi tepung ubi jalar varietas sukuh yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu terhadap karakteristik donat yang dihasilkan.
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ragi terhadap karakteristik donat yang dihasilkan.
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara substitusi tepung ubi jalar varietas sukuh yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu dan konsentrasi ragi terhadap karakteristik donat yang dihasilkan.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menetapkan tingkat substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik dan konsentrasi ragi yang tepat pada pembuatan donat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik dan konsentrasi ragi yang tepat pada pembuatan donat.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian antara lain :

1. Meningkatkan daya guna dan nilai ekonomi dari ubi jalar varietas sukuh

2. Memaksimalkan penggunaan tepung ubi jalar yang termodifikasi menjadi produk olahan
3. Menghemat penggunaan terigu yang masih diimpor
4. Meningkatkan citra produk makanan tradisional khas Indonesia

1.5. Kerangka Pemikiran

Donat adalah salah satu jenis makanan yang menyerupai roti yang mampu membentuk spons, yang sebagian besar volumenya tersusun dari gelembung-gelembung gas. Perbedaan yang mendasar antara donat dan roti terletak pada formulasi dan proses pematangannya. Dimana proses pematangan donat dengan cara di goreng dan proses pematangan roti dengan cara di panggang atau dikukus. Adonan donat dapat mengembang karena timbulnya gas CO_2 sebagai hasil fermentasi gula oleh “*yeast*” atau yang disebut “*yeast leavened product*”.

Donat yang mempunyai sifat-sifat baik harus memiliki standar yang memenuhi dua kategori : bagian luar dan bagian dalam (*external and internal characteristic*). Sifat-sifat luar yang harus dimiliki donat yang baik adalah : donat yang mempunyai volume yang besar, memiliki kelembutan yang tinggi dengan butiran yang tertutup dan susunan yang kuat, warna yaitu yang berwarna coklat kekuning-kuningan, hasil penggorengan yang merata, tidak mudah pecah, tipis dan tidak alot. Sifat-sifat dalam yang harus dimiliki donat yang baik adalah : butiran yang halus dan seragam dengan bentuk panjang-panjang serta memiliki dinding sel yang tipis, tekstur yang benar-benar halus, lembut dan elastis, warna remah yang terang tanpa ada sedikitpun yang cacat (gelap), aroma donat yang

baik adalah beraroma gandum dan memiliki rasa yang khas (US Wheat Associates, 1983).

Donat yang terdapat dipasaran terdiri dari tiga macam jenis, yaitu donat lengket, donat semi padat, dan donat cair. Selain itu juga terdapat donat yang bercincin dan tanpa cincin dengan taburan tepung gula dan berisi selai aneka rasa. Dengan berbagai aneka jenis donat tersebut menyebabkan donat banyak digemari dari berbagai kalangan (Herman, 2009).

Proses pembuatan donat (*defrying product*) yang berperan penting dalam proses pengembangan adonan adalah senyawa gluten yang terkandung dalam gandum. Senyawa gluten tersusun atas dua fraksi, yaitu glutenin dan gliadin yang masing-masing akan menentukan elastisitas serta plastisitas adonan. Sifat elastis dan plastis pada adonan donat tersebut diakibatkan terbentuknya “kerangka” seperti jaring-jaring dari senyawa glutein dan gliadin. Selanjutnya kerangka seperti jaring-jaring inilah yang berperan sebagai perangkap udara sehingga adonan donat menjadi mengembang (Widianarko, 2000).

Ada 3 jenis terigu yang beredar dipasaran yaitu terigu yang berprotein tinggi (*hard wheat*) dengan kandungan protein 11%-13%, terigu berprotein sedang (*medium wheat*) dengan kandungan protein 10%-11%, terigu berprotein rendah (*soft wheat*) dengan kandungan protein 8%-9% (Sutomo, 2006).

Penggunaan terigu berprotein tinggi (*hard wheat*) pada pembuatan donat umumnya lebih disukai karena terigu ini cocok untuk membuat adonan fermentasi dengan tingkat pengembangan sedang. Selain itu tepung terigu jenis ini juga memiliki kemampuan gluten yang sangat elastis dan kuat untuk menahan

pengembangan adonan akibat terbentuknya gas karbondioksida (CO_2) oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*.

Pada umumnya ubi jalar dibagi dalam dua golongan yaitu ubi jalar yang berumbi lunak karena banyak mengandung air dan ubi jalar yang berumbi keras karena banyak mengandung pati (Lingga., dkk, 1986). Menurut Steinbauer dan Kushman (1971), warna kulit umbi ada yang berwarna kuning putih, putih, merah tua, jingga dan dagingnya ada yang berwarna putih kekuningan, merah jingga, dan ada yang berwarna ungu pucat. Kulit ubi jalar relatif tipis dibandingkan dengan kulit ubi kayu, bentuknya tidak seragam (bulat, lonjong, benjol-benjol) (Muchtadi dan Sugiyono, 1989).

Penggunaan ubi jalar varietas sukuh yang dibudidayakan untuk keperluan industri ternyata memberikan rendemen tepung yang cukup tinggi yaitu sebesar 32,70% terhadap berat ubi segar dengan kulit atau sebesar 35,74% terhadap bagian ubi jalar yang dapat dimakan. Oleh karena itu pemilihan ubi jalar varietas sukuh dalam pembuatan tepung ubi jalar dirasakan cukup tepat (Djuanda, 2003).

Menurut Zuraida (2005), terdapat beberapa spesifikasi untuk jenis ubi jalar merah, putih dan ungu. Ubi jalar putih banyak terdapat dipasaran, mengandung pati tinggi berkisar antara 5,30% sampai dengan 28,40, rasanya lebih manis karena banyak mengandung sukrosa, mempunyai rendemen yang tinggi sekitar 25-40%, mengandung serat yang tinggi sampai 1,95% dan sumber vitamin C. Ubi jalar merah merupakan varietas yang bertekstur lunak dan memiliki kandungan vitamin-vitamin seperti prekursor vitamin A. Sedangkan ubi jalar ungu mengandung antosianin yang berperan sebagai antioksidan.

Donat bersubstitusi bertujuan untuk mengurangi kebutuhan terigu dan mencari alternatif tepung lain dengan sumber daya lokal. Terigu berperan penting dalam pembuatan produk donat karena kandungan glutennya yang sangat tinggi. Gluten jika telah bercampur dengan air akan menghasilkan adonan yang liat sehingga akan menghasilkan pengembangan yang optimal (Yusianti dan Hariyadi, 2001).

Tepung ubi jalar dapat dijadikan substitusi terigu dalam pembuatan donat. Tepung ubi jalar yang bahan bakunya dapat diperoleh secara lokal diharapkan dapat mengganti sebagian terigu yang masih diimpor dengan mencampurnya dengan terigu sebagai tepung campuran (*composite flour*).

Dendy, James dan Clarke (1970) berpendapat bahwa penambahan tepung non gandum lebih besar dari 10% umumnya menghasilkan pengenceran gluten secara berlebihan menghasilkan roti yang bermutu rendah, baik dari segi penampakan fisik, volume, remah dan tekstur Donat. Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak tepung ubi jalar yang ditambahkan maka akan terjadi penurunan kualitas terhadap penampakan, volume, remah dan tekstur donat.

Permasalahan utama yang timbul dalam pembuatan donat dari bahan selain terigu adalah lemahnya adonan dan kurangnya daya penahan gas. Hal ini mempengaruhi mutu fisik yang dihasilkan. Selain itu, donat yang terbuat dari bahan selain terigu akan cepat mengalami *stalling* (pengerasan) dan penurunan kualitas simpan. Pengerasan dapat terjadi karena tepung non-terigu tidak memiliki ikatan disulfida pada proteinnya. Ikatan disulfida terdapat pada gluten dan

memiliki pengaruh dalam menstabilkan protein (Nosoh dan Sekiguchi, 1991). Didukung oleh penelitian Yusuf (1985), disimpulkan bahwa semakin banyak tepung ubi jalar yang ditambahkan, semakin kurang tinggi donat, berarti semakin rendah pengembangan donat dan semakin sedikit jumlah tepung ubi jalar yang ditambahkan berarti semakin baik pengembangan donat. Sedangkan dari segi karakteristik rasa, warna, bau dan tekstur, donat dengan penggunaan tepung ubi jalar sampai 20% dari berat terigu masih dapat diterima panelis dengan tingkat kesukaan biasa, tetapi bila penggunaan sampai 25% hanya dapat diterima panelis dari segi rasa, warna dan bau saja.

Menurut penelitian Suarni (1996), taraf substitusi tepung sorgum terhadap terigu pada roti tawar hanya 20% saja karena proses pembuatannya memerlukan kadar gluten yang tinggi. Substitusi tepung sorgum 20% menghasilkan volume adonan dan uji organoleptik yang mendekati penggunaan terigu 100%. Pada tingkat substitusi 30%, panelis masih dapat menerimanya tetapi terdapat sifat sensorinya perlu diperbaiki. Substitusi sorgum 40% belum dapat diterima terutama dari segi rasa.

Pada penelitian Eben (1999), disimpulkan bahwa penggunaan karboksimetil selulosa (CMC) dan tepung terigu pada pembuatan produk donat berbahan dasar tepung terigu dan tape singkong untuk uji organoleptik terhadap tekstur dan penampakan yang paling disukai panelis ialah pada perlakuan A_1B_1 (Tepung Terigu : Tepung Singkong (20:80), penggunaan CMC 0,50%), untuk rasa ialah perlakuan A_2B_2 (Tepung Terigu : Tepung Singkong (30:70), penggunaan CMC 0,75%), untuk aroma ialah perlakuan A_2B_3 (Tepung Terigu :

Tepung Singkong (30:70), penggunaan CMC 1,00%) dan perlakuan A_3B_3 (Tepung Terigu : Tepung Singkong (40:60), penggunaan CMC 1,00%). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tepung singkong maka nilai kesukaan panelis terhadap aroma, rasa dan penampakan roti semakin rendah. Kemudian dari penelitian Imran (2000), Pembuatan donat dengan substitusi tepung ubi kayu menggunakan sembilan variasi komposisi dalam uji perbandingan jamak aroma, tekstur dan rasa komposisi yang terbaik secara berturut-turut adalah komposisi dengan 90% terigu dan 10% tepung ubi kayu putih parut dari total tepung, komposisi 80% terigu dan 20% tepung ubi kayu mentega iris dari total tepung dan uji kesukaan yang terbaik ialah yang terdiri dari 90% terigu dan 10% tepung ubi kayu mentega iris dari total tepung dengan nilai rata-rata 3,75 atau tingkat kesukaan agak suka atau menuju suka.

Setiap jenis pati memiliki karakteristik dan sifat fungsional yang berbeda. sifat fungsional pati yang terbatas menyebabkan terbatasnya pula aplikasi pati tersebut untuk produk pangan. Peningkatan sifat fungsional dan karakteristik pati dapat diperoleh melalui modifikasi pati (Manuel, 1996). Pati modifikasi adalah pati yang telah diubah sifat aslinya, yaitu sifat kimia dan/atau fisiknya sehingga mempunyai karakteristik sesuai dengan yang dikehendaki (Wurzburg, 1989). Modifikasi pati dapat dilakukan dengan perlakuan fisik, diantaranya dengan pemanasan pada kadar air tertentu (hydrothermal atau heat moisture treatment). Modifikasi pati dengan perlakuan kimia adalah dengan perlakuan ikatan silang (*cross linking*), hidrolisis asam, Substitusi, dan gabungan substitusi dan *cross linking*, modifikasi pati secara enzimatis ialah dengan menggunakan koji atau

mikroba tertentu. Perlakuan fisik untuk modifikasi pati cenderung lebih aman dan alami dibandingkan perlakuan kimia (Collado, 2001).

Modifikasi pati dengan cara hidrolisis dapat dilakukan dengan menggunakan asam dan enzim. Hidrolisis pati dengan enzim dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu likuefaksi, sakarifikasi dan isomerisasi. Langkah yang pertama adalah likuefaksi 30-40% suspensi padatan untuk menghasilkan maltodekstrin dengan menggunakan enzim α -amilase. Setelah likuefaksi dilakukan sakarifikasi menggunakan enzim glukamilase atau pullulanase untuk menghasilkan sirup glukosa atau sirup maltosa. Hasil sakarifikasi dilakukan isomerisasi dengan enzim glukosa isomerase untuk menghasilkan sirup fruktosa.

Hidrolisis dengan enzim dapat menghasilkan beberapa produk hidrolisat pati dengan sifat-sifat tertentu yang didasarkan pada nilai DE (ekuivalen dekstroza). Nilai DE 100 adalah murni dekstroza sedangkan nilai DE 0 adalah pati alami. Hidrolisat dengan nilai DE 50 adalah maltosa, nilai DE di bawah 20 adalah maltodekstrin, sedangkan hidrolisat dengan DE berkisar antara 20-100 adalah sirup glukosa.

Modifikasi pati secara kimia dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu substitusi, cross linking dan gabungan antara substitusi dengan cross linking. Metode substitusi menghasilkan pati tersubstitusi. Pati ini dibuat dari pati dalam bentuk granula dan substitusi tingkat rendah akan menginterupsi secara linier, mencegah retrogradasi, meningkatkan water binding capacity (kapasitas mengikat air), menurunkan suhu gelatinisasi dan mengubah kejernihan pasta. Terdapat dua kelompok dalam pati tersubstitusi, yang didasarkan pada senyawa yang

mensubstitusinya yaitu pati ester (pati asetat, pati fosfat dan pati suksinat) dan pati eter yang meliputi carboxy methyl starch dan hydroxyl propyl starch. Pati asetat merupakan hasil asetilasi pati dimana granula pati diesterkan dengan grup asetat dengan mensubstitusi gugus hidroksil pati. Proses asetilasi dapat meningkatkan kestabilan pasta dan kejernihan, serta dapat mencegah retrogradasi. Tingkat asetilasi juga dapat dibatasi hingga dapat memperbaiki sifat-sifat yang diperlukan. Pati asetat banyak diaplikasikan pada persiapan produk-produk beku seperti es krim, cheese cake dan produk lainnya. Pati fosfat memiliki dua kelompok, yang pertama termasuk dalam pati tersubstitusi dan yang kedua termasuk dalam *cross linked starch*. Dalam kelompok pati tersubstitusi, pati fosfat memiliki fungsi yang hampir sama dengan pati asetat, dimana grup fosfat berfungsi untuk mencegah retrogradasi. Adapun pati fosfat dalam kelompok *cross linked starch* dapat digunakan untuk menstabilkan viskositas. Modifikasi dengan metode suksinilasi merupakan proses suksinilasi pati dengan asam suksinat atau alkenil suksinat. Pati termodifikasi dengan metode ini dapat mencegah retrogradasi, meningkatkan sifat hidrofobik pati serta dapat membantu pembentukan emulsi. Kelompok pati tersubstitusi dalam kelompok eter, secara umum dikelompokkan sebagai berikut, Anionik (Carboxy methyl starches), Kationik (Quaternary ammonium), Non ionik (Hydroxy alkyl starches). Pati eter memiliki kejernihan yang lebih baik, lebih resisten terhadap retrogradasi dan memiliki viskositas yang lebih tinggi. Pati eter jenis Carboxy methyl dan Hydroxy propyl lebih disukai karena memiliki sifat-sifat fungsional yang lebih baik dibandingkan kelompok pati ester. Pati Hydroxy propyl hampir sama

dengan pati asetat hanya saja grup pensubstitusinya lebih besar dan grup Hydroxyprophyl tersebut berfungsi untuk mencegah retrogradasi.

Metode Cross Linking dapat dilakukan dengan berbagai tingkat. Dengan metode ini dapat mengurangi elastisitas pati alami, dan pati yang dihasilkan lebih toleran terhadap adukan yang tinggi dalam pemrosesan. Pati yang dihasilkan juga lebih tahan terhadap panas dan tidak mudah dipengaruhi oleh adanya asam atau gula.

Modifikasi pati secara fisik yang umum digunakan adalah pragelatinisasi. Pati pragelatinisasi dibuat dengan cara memasak pati di atas suhu gelatinisasinya dan mengeringkannya dengan cara menggiling lewat rol-rol yang dipanaskan. Pati pragelatinisasi ini jika terkena air maka akan larut dengan mudah tanpa memasaknya kembali. Pati pragelatinisasi telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dimana fasilitas pemasakan tidak tersedia atau kelarutan yang cepat sangat diharapkan. Industri kertas memanfaatkan pati ini dalam campuran pulp agar kertas yang dihasilkan lebih kuat. Pati pragelatinisasi juga digunakan dalam pembuatan makanan instan seperti puding dan dimanfaatkan juga dalam pengeboran minyak sebagai kontrol terhadap viskositas lumpur pengeboran. Dunia industri makanan sudah mulai melirik penggunaan pati termodifikasi ini sebagai bahan penolong bagi produk makanan tertentu. Pati termodifikasi berfungsi sebagai bahan pengisi, pengental, pengemulsi dan pemantap bagi makanan. Dengan penambahan pati termodifikasi produk makanan akan mempunyai keunggulan kualitas baik dari penampakan secara fisik, rasa, konsistensi, warna, zat gizi atau pun proses pengolahan yang lebih mudah dan

cepat. Adapun industri makanan yang memanfaatkan pati prigelatinisasi adalah dalam pembuatan pie sebagai bahan pengisi, campuran saus, bahan pelapis, persiapan bumbu masak dan dalam pembuatan roti (Ahmad Nurfida, 2010).

Menurut Lorenz dan Kulp (1981), heat moisture treatment (HMT) adalah proses pemanasan pati pada suhu tinggi di atas suhu gelatinisasi dalam kondisi semi kering, yaitu tingkat kadar air yang lebih rendah dari kondisi yang disyaratkan untuk terjadinya proses gelatinisasi. Kadar air yang disyaratkan untuk proses HMT adalah 18-30% dan suhu yang digunakan adalah 100°C. Purwani et al. (2006) melakukan modifikasi pati sagu dengan HMT pada kadar air 25% pada suhu 110°C. Pukkahuta dan Varavinit (2007) melakukan modifikasi pati sagu dengan HMT pada kadar air 20% pada suhu 100, 110 dan 120°C.

Kadar air yang berbeda mempengaruhi besarnya peningkatan suhu gelatinisasi dan penurunan viskositas pasta pati (Manuel, 1996). Peningkatan suhu gelatinisasi pada pati sagu termodifikasi HMT menandakan 10 perubahan bentuk granula pati (Pukkahuta dan Varavinit, 2007). Menurut Manuel (1996) perubahan-perubahan yang terjadi pada parameter fisik pati disebabkan adanya hubungan antara faktor berikut, yaitu: (i) terjadinya perubahan struktur pada area berkrystal (crystalline) dan area tak beraturan (amorphous) pada granula pati, serta (ii) terjadinya modifikasi fisik pada bagian permukaan granula pati selama proses HMT berlangsung. Modifikasi pati dengan teknik HMT dapat merusak bentuk granula pati hingga terbentuk lubang di bagian permukaannya. Proses pemanasan pati dan keberadaan air saat HMT berlangsung mengakibatkan area amorphous pati mengembang, kemudian menekan keluar area berkrystal sehingga terjadi

kerusakan dan pelelehan area berkrystal granula pati, serta menghasilkan bentuk granula pati yang lebih stabil terhadap panas. Menurut Pukkahuta dan Varavinit (2007), modifikasi pati sagu menyebabkan profil pasta pati memiliki viskositas puncak dan breakdown yang lebih rendah, serta viskositas akhir yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan peningkatan kecenderungan pati termodifikasi untuk mengalami retrogradasi. Penelitian yang dilakukan oleh Olayinka et al. (2006) menunjukkan profil pasta 11 pati sorghum putih termodifikasi HMT memiliki viskositas puncak, breakdown dan setback yang lebih rendah dari pati alami.

Schoch dan Maywald (1968) menggolongkan pati dalam beberapa tipe berdasarkan sifat amilografi. Pati tipe A memiliki pembengkakan yang besar dengan viskositas puncak yang tinggi diikuti oleh pengenceran yang cepat selama pemanasan, viskositas breakdown yang tinggi, serta viskositas pasta dingin yang rendah. Pati tipe B memiliki pembengkakan yang sedang dengan viskositas pasta yang lebih rendah dan lebih tidak encer. Pati tipe C memiliki pembengkakan terbatas dan cenderung tidak memiliki puncak viskositas, tetapi viskositasnya yang tinggi tetap dipertahankan atau meningkat selama pemanasan. Modifikasi pati ubi jalar dengan teknik HMT yang dilakukan oleh Collado dan Corke (1999) dapat mengubah profil pasta pati ubi jalar yang memiliki sifat alami pasta pati tipe A menjadi tipe C. Tanaman yang memiliki sifat alami sebagai pati tipe C adalah kacang hijau yang dikenal sebagai bahan terbaik dalam membuat mi atau bihun dari pati (Lii dan Chang, 1981).

Pati basah yang telah mencapai kadar air 28% didiamkan terlebih dahulu di dalam refrigerator selama satu malam untuk penyeragaman kadar air. Bihun

instan dengan komposisi 50% pati sagu alami dan 50% pati termodifikasi HMT memiliki hasil yang terbaik dengan waktu rehidrasi paling singkat yaitu 2 menit, profil nilai kekerasan 3240,56 gf, nilai kelengketan -1094,41 gf, nilai kekenyalan 0,3377 gs, nilai KPAP yang cukup besar tetapi masih mendekati salah satu standar yang berlaku. Hasil uji organoleptik sampel bihun pada parameter kekerasan, kelengketan dan penampakan secara keseluruhan (overall) menunjukkan tingkat kesukaan panelis paling tinggi terhadap bihun dengan komposisi 50% pati sagu alami dan 50% pati termodifikasi (Kurnia Ramadhan, 2009).

Berdasarkan penelitian Widya Dwi Rukmi (2010), Perlakuan *Heat Moisture Treatment* pada suhu 77°C selama 3 jam merupakan perlakuan terbaik dalam menghasilkan karakteristik tepung ubi jalar yang terbaik. Komposisi kimia dan fisik tepung ubi jalar pada perlakuan *Heat Moisture Treatment* pada suhu 77°C selama 3 jam yaitu : kadar air 11,24%, kadar pati 49,91%, kadar amilosa 27,33%, kadar amilopektin 23,17%, kadar total fenol 89 mg/100gram, kecerahan 63,3, swelling power 11,93 g/g dan kelarutan 8,39%. Kemudian didukung dengan penelitian Evi Sribudiani (2008), Perlakuan *Heat Moisture Treatment* pada suhu 50°C selama 4 jam menyebabkan perbedaan terhadap kadar air dan kadar abu pati sagu dari Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Akan tetapi *Heat Moisture Treatment* tidak menyebabkan perbedaan terhadap pengukuran pH serta profil pasta pati sagu dari Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Menurut Afrianti (2002), pati yang dilakukan modifikasi cara *Heat Moisture Treatment* akan meningkatkan viskositas dan sifat gelatinisasinya menggunakan suhu dan waktu yang optimum.

Menurut US Wheat Associates (1983), kuantitas ragi untuk membuat donat tergantung pada jenis formula, termasuk jumlah telur, ukuran dan berat donat. Ragi yang dipergunakan berlebihan akan menghasilkan susunan dan aroma donat yang tidak mencapai sasaran seperti yang diharapkan, dan juga serapan lemaknya berlebihan. Namun demikian jumlah ragi yang ditetapkan ialah 2-5% dari jumlah tepung.

Faktor utama yang mempengaruhi pengembangan donat adalah ragi. Ragi yang digunakan yaitu khamir *Saccharomyces cereviceae*. Ragi akan bekerja jika kontak dengan tepung, dan air. Menurut Khutschevar (1975), suhu fermentasi yang baik adalah 32 - 38°C, dengan kelembaban relatif 80-85%. Waktu fermentasi yang baik adalah 15 - 45 menit. Waktu fermentasi yang berlebihan menyebabkan adonan menjadi asam. Jika ragi, air dan tepung dikombinasikan, enzim diatase di dalam tepung saat proses fermentasi akan memecah pati menjadi maltosa yang diperlukan sebagai sumber makanan bagi ragi (Beranbaum, 2003). Oleh karena itu, semakin rendah kadar pati, maka volume donat juga akan menurun, terutama jika tidak dikombinasikan dengan tepung yang mengandung gluten. Ragi bekerja mengonsumsi gula dari pati sehingga dihasilkan gas CO₂ dan etil alkohol. Gas CO₂ akan ditahan dalam adonan oleh jaringan yang dibentuk oleh gluten sehingga adonan mengembang. Alkohol yang dihasilkan memberi flavour pada donat. Gas CO₂ dan alkohol yang dihasilkan akan menguap selama penggorengan.

Didalam ragi terdapat beberapa enzim yaitu protease, lipase, invertase, maltase, dan zymase. Protease memecah protein dalam tepung menjadi senyawa nitrogen yang dapat diserap sel khamir untuk membentuk sel yang baru. Lipase

memecah lemak menjadi asam lemak, dan gliserin invertase memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Maltase memecah maltosa menjadi glukosa dan zymase memecah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida (Daniel, 1978 dalam Winata, 2001 dan US Wheat Associates, 1983). Menurut Matz (1972), akibat dari fermentasi ini timbul komponen-komponen pembentuk flavour roti diantaranya asam asetat, aldehid dan ester.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan diatas, maka hipotesisnya adalah diduga bahwa substitusi tepung ubi jalar varietas sukuh yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu, konsentrasi ragi dan interaksinya berpengaruh terhadap karakteristik donat yang dihasilkan.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari 2014 sampai dengan Mei 2014. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Bandung.

II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang : (1) Bahan Baku Utama, (2) Bahan Penunjang, dan (5) Donat.

2.1. Bahan Baku Utama

2.1.1. Terigu

Tepung terigu berasal dari endosperm biji gandum, sampai saat ini belum ada bahan dasar pengganti gandum untuk membuat terigu. Tepung terigu merupakan jaringan dan kerangka dari roti sebagai akibat dari pembentukan gluten. Protein yang terkandung di dalam tepung terigu yang tidak larut dalam air akan menyerap atau mengabsorpsi air dan membentuk gluten yang akan menahan gas hasil reaksi *yeast* dengan pati. Sehingga pada pembuatan roti adanya gluten merupakan syarat mutlak yang harus terkandung dalam tepung terigu (Bogasari *Fluor Mills*, 1996).

Tepung terigu merupakan tepung yang berasal dari gandum. Gandum merupakan jenis biji-bijian sereal yang paling banyak jumlahnya dibandingkan dengan biji-bijian hasil olahan bahan pangan lainnya.

Sifat penyerapan air oleh tepung dapat ditunjukkan oleh kemampuan tepung untuk menyerap dan menahan air dari pencampuran adonan sampai ke proses pemanggangan akhir dari produk. Kemampuan untuk menyerap ini tergantung pada jumlah dan kualitas dari protein yang bervariasi untuk tiap jenis tepung, daya serap air bervariasi dari 54 – 65 % berdasarkan berat tepung.

Tabel 1. Komposisi Umum Tepung Terigu berprotein tinggi

Kandungan Zat	Jumlah (%)
Pati	70,0
Air	11,0
Protein	11,5
Mineral	0,1
Gula	1,0
Lemak	1,0
Bahan-bahan lain	2,1

Sumber : US Wheat Associates (1983).

Ada 3 jenis terigu yang beredar dipasaran yaitu :

1. Tepung berprotein tinggi (*bread flour*) : tepung terigu yang mengandung kadar protein 14%, Dipasaran lebih dikenal dengan terigu Cakra Kembar. Tepung ini diperoleh dari gandum keras (*hard wheat*). Tingginya protein terkandung menjadikan sifatnya mudah dicampur, difermentasikan, daya serap airnya tinggi, elastis dan mudah digiling. Karakteristik ini menjadikan tepung terigu *hard wheat* sangat cocok untuk bahan baku roti, mie dan pasta karena sifatnya elastis dan mudah difermentasikan.
2. Tepung berprotein Sedang (*all purpose flour*) : terigu *medium wheat* ini mengandung protein 3 % . Sebagian orang mengenalnya dengan sebutan *all-purpose flour* atau tepung serba guna, di pasaran lebih dikenal dengan sebutan tepung Segitiga Biru. Dibuat dari campuran tepung terigu *hard wheat* dan *soft wheat* sehingga karakteristiknya diantara kedua jenis tepung tersebut. Tepung ini cocok untuk membuat adonan fermentasi dengan tingkat pengembangan sedang, seperti bakpau, aneka cake dan muffin.
3. Tepung berprotein rendah (*pastry flour*) : terigu ini dibuat dari gandum lunak dengan kandungan protein gluten 10,5 %-11,5 %. Sifatnya, memiliki daya serap

air yang rendah sehingga akan menghasilkan adonan yang sukar diuleni, tidak elastis, lengket dan daya pengembangannya rendah. Cocok untuk membuat kue kering, biscuit, pastel dan kue-kue yang tidak memerlukan proses fermentasi (Sutomo,2006).

Campuran tepung yang digunakan biasanya disebut tepung campuran (*composite flour*), baik yang mengandung tepung gandum atau tidak. Pembuatan donat yang menggunakan tepung gandum dicampur dengan tepung ubi kayu (singkong) telah dikembangkan (Imran, 2000).

2.1.2. Ubi Jalar

Ubi jalar atau ketela rambat atau “*sweet potato*” diduga berasal dari Benua Amerika. Para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia, dan Amerika bagian tengah. Nikolai Ivanovich Vavilov, seorang ahli botani Soviet, memastikan daerah sentrum primer asal tanaman ubi jalar adalah Amerika Tengah.

Di beberapa daerah tertentu, ubi jalar merupakan salah satu komoditi bahan makanan pokok. Ubi jalar merupakan komoditi pangan penting di Indonesia dan diusahakan penduduk mulai dari daerah dataran rendah sampai dataran tinggi. Tanaman ini mampu beradaptasi di daerah yang kurang subur dan kering. Dengan demikian tanaman ini dapat diusahakan orang sepanjang tahun (Rukmana, 1997).

Menurut Rukmana (1997), klasifikasi lengkap taksonomi tumbuhan adalah kingdom *Plantae* (tumbuh-tumbuhan), divisi *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji), subdivisi *Angiospermae* (berbiji tertutup), kelas *Dicotyledone* (biji berkeping

dua), ordo *Convolvulales*, famili *Convolvaceae*, genus *ipomoea* dan spesies *Ipomoea batatas*.

Pada umumnya ubi jalar dibagi dalam dua golongan yaitu ubi jalar yang berumbi lunak karena banyak mengandung air dan ubi jalar yang berumbi keras karena banyak mengandung pati (Lingga.,dkk, 1986). Menurut Steinbauer dan Kushman (1971), warna kulit umbi ada yang berwarna kuning putih, putih, merah tua, jingga dan dagingnya ada yang berwarna putih kekuningan, merah jingga, dan ada yang berwarna ungu pucat. Kulit ubi jalar relatif tipis dibandingkan dengan kulit ubi kayu, bentuknya tidak seragam (bulat, lonjong, benjol-benjol) (Muchtadi dan Sugiyono, 1989).

Tanaman ubi jalar termasuk tumbuhan semusim (*annual*) yang memiliki susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah dan biji. Batang tanaman berbentuk bulat, panjang batang tanaman bertipe tegak antara 1m-2m sedangkan tipe merambat antara 2m - 3m. Bentuk ubi yang ideal adalah lonjong agak panjang dengan berat antara 200 g - 250 g per ubi. Kulit ubi berwarna putih, kuning, ungu dan ungu kemerah-merahan tergantung jenis varietasnya (Rukmana, 1997). Ubi jalar varietas sukuh bertipe tanaman kompak, umur panen 4 - 4,5 bulan, warna umbi putih, bahan kering tinggi, warna daging putih, kadar tepungnya tinggi, dan cocok ditanam pada lahan tegalan dan sawah. Keunggulan dari ubi jalar varietas sukuh ini adalah tinggi vitamin C (19,21 mg/100 g) dan beta karotin (36,59 mkg/100g). Varietas ini agak tahan hama boleng, tahan hama penggulung daun, agak tahan penyakit kudis dan bercak daun.

Hasil yang terbaik didapat apabila pemanenan dilakukan idealnya pada umur 4 bulan, dengan penundaan paling lambat sampai umur 5 bulan. Kategori pemanenan adalah bila kandungan tepungnya sudah maksimum, ditandai dengan kadar serat yang rendah dan bila direbus rasanya enak serta tidak berair (Rukmana, 1997).

Komposisi kimia ubi jalar bervariasi tergantung dari jenis, usia, keadaan tumbuh dan tingkat kematangan. Ubi jalar merupakan sumber energi yang baik dalam bentuk karbohidrat. Ubi jalar mempunyai kandungan air yang cukup tinggi. Sewaktu dipanen, ubi jalar mengandung bahan kering antara 16%-40% dan dari jumlah tersebut sekitar 75%-90% adalah karbohidrat (Sulistiyo, 2006).



Gambar 1. Berbagai Jenis Ubi Jalar (ungu, putih dan kuning)

Sebagian besar karbohidrat pada pati ubi jalar terdapat dalam bentuk pati. Komponen lain selain pati adalah serat pangan dan beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0,38% hingga 5,64% dalam berat basah (Sulistiyo, 2006). Untuk lebih jelasnya standar mutu (SNI) ubi jalar dan komposisi kimia ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Standar Mutu Ubi Jalar

Komponen Mutu	Jumlah
Kadar Air (% bb Min)	65
Kadar Protein (% bb Maks)	3,5
Kadar Pati (% bb Maks)	30

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI-01-4493-1992)

Tabel 3. Komposisi Kimia Ubi Jalar per 100 gram Bahan Segar

Komposisi	Jumlah		
	Ubi jalar putih ^a	Ubi jalar merah ^a	Ubi jalar kuning ^b
Kalori (kal)	123,0	123,0	136,0
Protein (g)	1,8	1,8	1,1
Lemak (g)	0,7	0,7	0,4
Karbohidrat (g)	27,9	27,9	32,3
Kalsium (mg)	30,0	30,0	57,0
Fosfor (mg)	49,0	49,0	52,0
Zat Besi (mg)	0,7	0,7	0,7
Natrium (mg)	-	-	5,0
Kalium (mg)	-	-	393,0
Niacin (mg)	-	-	0,6
Vitamin A (SI)	60,0	7700,0	900,0
Vitamin B1 (mg)	0,90	0,90	0,10
Vitamin C (mg)	22,0	22,0	35,0
Air (g)	68,5	68,5	-
Serat Kasar (g)	0,9	1,2	1,4
Abu (g)	0,4	0,2	0,3
Kadar Gula (g)	0,4	0,4	0,3
Bagian dapat dimakan (%)	86,0	86,0	-

Sumber : (a) Direktorat Gizi Depkes RI, 1981

(b) Suismono, 1995

Keterangan : (-) Tidak ada data

Dilihat dari komposisinya, ubi jalar kuning mengandung kalori yang lebih tinggi dan mengandung antioksidan yang berasal dari antosianin.

2.1.3. Tepung Ubi Jalar

Salah satu potensi pengembangan ubi jalar adalah dengan diolah menjadi tepung. Proses pembuatan tepung cukup sederhana dan dapat dilakukan dalam

skala rumah tangga maupun industri kecil. Kandungan gula yang tinggi pada ubi jalar dapat menyebabkan reaksi pencoklatan. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan perlakuan pendahuluan berupa *blanching* atau perendaman sebelum pengeringan dengan menggunakan bahan kimia anti pencoklatan seperti natrium metabisulfit (Kadarisman dan Sulaeman, 1981).

Pengolahan ubi jalar menjadi tepung memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis dalam pengangkutan dan penyimpanan dan dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno, 1981).

Tepung ubi jalar dapat digunakan untuk produk roti, donat, makanan bayi, permen, saus, makanan sarapan, makanan ringan, biskuit dan lain sebagainya. Tepung ubi jalar juga memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai sumber karbohidrat, serat pangan dan beta karoten (Kadarisman dan Sulaeman, 1993). Komposisi kimia tepung ubi jalar untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Nilai Gizi Tepung Ubi Jalar

Komposisi	Tepung Ubi Jalar		
	Putih	Merah	Kuning
Air (%bk)	6,40	4,25	4,50
Abu (%bk)	1,78	2,92	2,05
Karbohidrat (%bk)	79,41	65,93	79,36
Protein (%bk)	2,35	2,36	2,85
Lemak (%bk)	0,75	0,76	0,45
Serat Kasar (%bk)	2,45	4,19	3,31
Gula (%bk)	5,23	18,38	5,51

Sumber : Anwar., dkk (1993)

Osundahunsi., *et al* (2003) menemukan bahwa tidak ada perbedaan suhu gelatinisasi dan kapasitas penyerapan air yang signifikan antara jenis ubi jalar merah dengan ubi jalar putih, namun umumnya suhu gelatinisasi pati ubi jalar lebih rendah dibandingkan dengan tepungnya seperti yang dikemukakan oleh

Jangchud., *et al* (2003). Selain itu Jangchud., *et al* (2003) menjelaskan bahwa viskositas puncak tepung ubi jalar lebih rendah dibandingkan dengan pati ubi jalar namun kisaran suhu gelatinisasi tepung lebih tinggi yang dipengaruhi oleh granula-granula yang membengkak dan adanya partikel lain (misalnya protein pada permukaan granula) pada tepung.

Pada proses pembuatan tepung ubi jalar, setelah tahap pengirisan dilakukan perendaman dalam larutan NaHSO_3 0,3 % selama satu jam. Maksud dari perendaman hasil irisan ubi jalar dalam larutan ini adalah guna mencegah terjadinya reaksi pencoklatan akibat aktivitas enzim polifenol oksidase. Melalui proses ini maka tepung ubi jalar yang dihasilkan relatif putih. Dibawah ini merupakan tabel (Tabel 5) kriteria mutu tepung ubi jalar.

Tabel 5. Kriteria Mutu Tepung Ubi Jalar

Kriteria	Nilai
Kadar air (maksimal)	11%
Kadar pati (minimal)	55%
Keasaman (maksimal)	4 ml 0,1 N NaOH/100 gram
Kadar Serat (maksimal)	3%
Kadar Protein	1,92 -5,12%

Sumber: SNI 01-4493-1998

Dari hasil penelitian Hanafi (1999), nilai rendemen tepung yang diperoleh dari tiga jenis ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rendemen Tepung dari tiga Jenis Ubi Jalar

No	Jenis Ubi Jalar	Nilai Rendemen Tepung (%)
1.	Ubi Jalar berumbi Putih	32,9
2.	Ubi Jalar berumbi Kuning	30,4
3.	Ubi Jalar berumbi Merah	18,8

Sumber: Hanafi, (1999)

Hal ini menunjukkan bahwa jenis ubi jalar berpengaruh terhadap rendemen tepung ubi jalar. Ubi jalar berdaging umbi merah memberikan nilai rendemen tepung yang lebih rendah dibanding ubi jalar berdaging umbi putih dan kuning. Beragamnya nilai rendemen tepung dari ketiga jenis ubi jalar ini disebabkan oleh kadar air yang berbeda dari ketiga jenis ubi jalar tersebut.

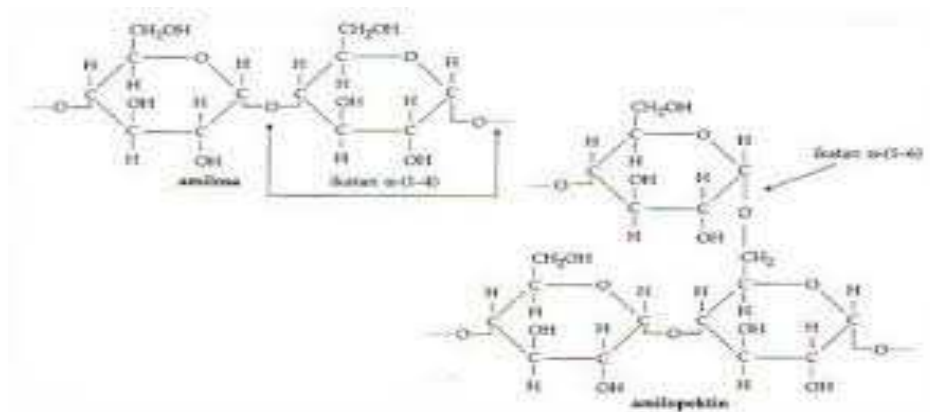
2.1.4. Modifikasi Tepung ubi jalar dengan Heat Moisture Treatment (HMT)

Pati modifikasi adalah pati yang telah diubah sifat aslinya, yaitu sifat kimia dan/atau fisiknya sehingga mempunyai karakteristik sesuai dengan yang dikehendaki (Wurzburg, 1989). Modifikasi pati dapat dilakukan dengan perlakuan fisik, diantaranya dengan pemanasan pada kadar air tertentu (hydrothermal atau heat moisture treatment), dan pregelatinisasi. Modifikasi pati dengan perlakuan kimia adalah dengan perlakuan ikatan silang (*cross linking*), hidrolisis asam, Substitusi, dan gabungan substitusi dan *cross linking*, modifikasi pati secara enzimatis ialah dengan menggunakan koji atau mikroba tertentu. Perlakuan fisik untuk modifikasi pati cenderung lebih aman dan alami dibandingkan perlakuan kimia (Collado, 2001).

Heat moisture treatment (HMT) adalah proses pemanasan pati pada suhu tinggi di atas suhu gelatinisasi dalam kondisi semi kering, yaitu tingkat kadar air yang lebih rendah dari kondisi yang disyaratkan untuk terjadinya proses gelatinisasi. Kadar air yang disyaratkan untuk proses HMT adalah 18-30% dan suhu yang digunakan adalah 100⁰C (Lorenz dan Kulp, 1981). Perubahan-perubahan yang terjadi pada parameter fisik pati disebabkan adanya hubungan antara faktor berikut, yaitu: (i) terjadinya perubahan struktur pada area berkristal

(crystalline) dan area tak beraturan (amorphous) pada granula pati, serta (ii) terjadinya modifikasi fisik pada bagian permukaan granula pati selama proses HMT berlangsung (Manuel, 1996).

Modifikasi pati dengan teknik HMT dapat merusak bentuk granula pati hingga terbentuk lubang di bagian permukaannya. Proses pemanasan pati dan keberadaan air saat HMT berlangsung mengakibatkan area amorphous pati mengembang, kemudian menekan keluar area berkrystal sehingga terjadi kerusakan dan pelelehan area berkrystal granula pati, serta menghasilkan bentuk granula pati yang lebih stabil terhadap panas. Jika pati mentah dimasukkan ke dalam air dingin, maka granula pati akan menyerap air dan mengembang. Namun jumlah air yang terserap dan pengembangannya terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai kadar 30%. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55°C sampai 65°C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula. Granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa, tetapi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Perubahan tersebut disebut gelatinisasi. Pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat dikeringkan. Bahan yang telah kering tersebut masih mampu menyerap air kembali dalam jumlah yang besar. Sifat inilah yang digunakan agar instant rice dan instant pudding dapat menyerap air kembali dengan mudah, yaitu dengan menggunakan pati yang telah mengalami gelatinisasi (Winarno, 1997).



Gambar 2. Struktur amilosa dan amilopektin

Amilosa dan amilopektin didalam granula pati dihubungkan dengan ikatan hidrogen. Apabila granula pati dipanaskan didalam air, maka energi panas akan menyebabkan ikatan hidrogen terputus, dan air masuk kedalam granula pati. Air yang masuk selanjutnya membentuk ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin. Meresapnya air kedalam granula menyebabkan terjadinya pembengkakan granula pati. Ukuran granula akan meningkat sampai batas tertentu sebelum akhirnya granula pati tersebut pecah. Pecahnya granula menyebabkan bagian amilosa dan amilopektin berdifusi keluar. Karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan menyerap air sangatlah besar pula. Terjadi peningkatan viskositas disebabkan air yang dulunya berada diluar granula dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan, kini sudah berada dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak bebas lagi.

Perlakuan HMT pada pati tidak hanya mengubah sifat fungsional pati, tetapi juga dapat meningkatkan jumlah pati resisten (*resistance starch* atau RS), yaitu pati yang lebih sulit dicerna. Pembentukan pati resisten selama proses HMT dapat disebabkan oleh terjadinya pemotongan rantai lurus dari amilopektin dan

pembentukan ikatan amilosa dengan amilosa, amilopektin, atau lemak sehingga membentuk struktur yang lebih kompak. Pembentukan ikatan tersebut menyebabkan pati lebih sulit untuk dipecah oleh enzim pencernaan sehingga menyebabkan penurunan indeks glikemik (IG), yaitu indeks yang menunjukkan kecepatan penyerapan karbohidrat serta kemampuan karbohidrat untuk menaikkan konsentrasi glukosa darah dalam waktu tertentu. Pati dengan indeks glikemik yang rendah berguna bagi penderita diabetes (Kusnandar, 2010).

Pati berdasarkan profil gelatinisasinya ada 4 jenis yaitu tipe A, B, C dan D. Profil tipe A menunjukkan pati yang memiliki kemampuan mengembang yang tinggi yang ditunjukkan dengan tingginya viskositas maksimum serta terjadi penurunan selama pemanasan (mengalami breakdown) contohnya pati kentang dan tapioka. Profil tipe B mirip pati tipe A tetapi dengan viskositas maksimum lebih rendah contohnya pati dari sereal. Profil tipe C adalah pati yang mengalami pengembangan yang terbatas, yang ditunjukkan dengan tidak adanya viskositas maksimum dan viskositas breakdown (menunjukkan ketahanan panas yang tinggi) contohnya pati kacang hijau dan pati yang dimodifikasi dengan ikatan silang dan heat moisture treatment (HMT). Profil tipe D adalah pati yang mengalami pengembangan terbatas yang ditunjukkan dengan rendahnya profil viskositas misalnya pati yang mengandung amilosa lebih dari 55% (Schoch dan Maywald, 1968 dalam Kusnandar, 2010).

Perilaku gelatinisasi dan profil pemastan dari campuran tepung-air dan pati air dapat dimonitor menggunakan Rapid Visco Analyzer (RVA) yang merupakan viskometer dengan pemanasan dan pendinginan sekaligus untuk

mengukur resistansi sampel terhadap penanganan dengan pengadukan terkontrol. Prinsip pengukuran RVA sama dengan Brabender Amilograf hanya saja waktu pengukurannya lebih singkat (15-20 menit). RVA dapat memberikan simulasi proses pengolahan pangan dan digunakan untuk mengetahui pengaruh proses tersebut terhadap karakteristik fungsional struktural dari campuran tersebut (Kusnandar, 2010).

2.2. Bahan Penunjang

2.2.1. Ragi

Ragi merupakan jamur bersel satu yang mengubah gula dan pati menjadi gas karbondioksida dan alkohol. Alkohol yang dihasilkan akan menghilang pada saat proses pembakaran roti (Alden, 2005). Ragi merupakan mikroorganisme hidup yang membutuhkan kondisi yang sesuai agar tetap hidup. Ragi roti yang secara komersial telah dikenal berasal dari strain *Saccharomyces cereviceae* (Gumpel, 1946).

Menurut Ahza (1983), fungsi ragi dalam pembuatan roti adalah :

- (a) Sebagai organisme pengembang (*leavener*) karena produksi CO₂nya.
- (b) Sebagai pembangkit aroma melalui hasil proses hidupnya seperti alkohol dan ester.
- (c) Sebagai prekursor rasa dan flavour. Enzim-enzim pada ragi memegang peranan tidak langsung dalam proses pembentukan rasa pada roti sebagai akibat dari hasil reaksi maillard dengan cara menyediakan bahan-bahan pereaksi sebagai hasil degradasi enzimatik oleh ragi. Oleh karena itu ragi memegang peran utama sebagai prekursor rasa dan flavor pada roti.

(d) Pengembang adonan (*dough development*). Ragi mengandung banyak enzim yang akan mengkonversi secara bertahap karbohidrat yang dapat difermentasi. Ragi akan mengkonversi sukrosa menjadi dekstrosa dan levulosa selama 5 menit.

Hasil pemecahan tersebut akan terserap kedalam sel-sel ragi. Setelah gula-gula tersebut habis, ragi akan memecah maltosa menjadi dekstrosa, dekstrosa setelah masuk kedalam sel-sel ragi akan dikonversi menjadi gliseraldehid yang kemudian menjadi piruvat dan akhirnya akan menjadi alkohol dan CO₂ dengan timbulnya panas.

Ragi akan memperoleh gula yang mudah diragikan dari empat sumber dalam adonan, antara lain, dari sel ragi itu sendiri, tepung, air, dan gula yang ditambahkan kedalam adonan sesuai dengan formula dari adonan itu sendiri. Ada beberapa jenis ragi yang bisa dijumpai dalam dunia perdagangan yaitu, ragi padat dan ragi butiran. Ragi butiran sendiri dibedakan menjadi dua macam, jenis instan dan tidak instan. Ragi padat lebih dikenal dengan ragi basah, dan ragi butiran lebih dikenal dengan ragi kering (terdiri dari 92% zat padat dan 8 % zat cair) (Rahardja, 2006).

Ragi instan lebih sering dikenal sebagai *instant yeast*, dan lebih sering digunakan karena sifatnya yang praktis dan langsung bekerja pada adonan sehingga tidak diperlukan untuk membuat biangnya terlebih dahulu. Ragi instan memiliki butiran yang halus, panjangnya hanya sebesar 1 hingga 1,5 mm. Ragi instan ini sendiri juga diklasifikasikan menjadi dua macam sesuai dengan kegunaannya, yaitu untuk pembuatan *sweet bun* (roti manis) dan roti tawar (*bread*) (Rahardja, 2006).

Ragi butiran non - instan, biasanya disebut dengan *coral yeast*, dan dijual secara eceran pada toko-toko kimia atau toko yang menjual bahan kue. Berbeda dengan ragi instan, butiran ragi coral ini berbentuk bulat, lebih besar dan tak beraturan. Pemakaiannya tidak langsung seperti ragi instan, dan harus dibiarkan dulu dengan bantuan air hangat (suam-suam), gula, dan tepung, didiamkan sejenak hingga bersarang (kurang lebih 30 menit) dan baru dapat digunakan untuk dicampur dengan bahan adonan yang lainnya. Penyimpanannya juga tidak semudah ragi instan. Ragi coral ini harus disimpan dalam suhu yang rendah supaya awet.

Ragi padat terdiri dari 30% zat padat dan 70% zat cair. Ragi jenis ini lebih cepat rusak bila dibandingkan dengan ragi biasa karena penyimpanannya yang relatif lebih sulit daripada ragi butiran yang biasa dijumpai dipasaran. Ragi padat ini dapat disimpan lebih lama dalam keadaan beku selama empat sampai lima minggu. Pemakaian 10 gram ragi instan sama dengan pemakaian 20 gram ragi butiran (*coral yeast*) sama dengan 30 gram ragi padat. Ragi akan bekerja pada suhu hangat, kurang lebih 40 °C, dan akan berhenti bekerja dibawah temperatur 25 °C (Rahardja, 2006).

Menurut Muchtadi (1997), ragi ditambahkan kedalam campuran adonan roti untuk menghasilkan gas yang longgar atau mengembangkan adonan, agar bentuk roti menjadi lebih longgar dan berpori-pori. Pada waktu yang bersamaan, flavor roti juga terbentuk. Adonan roti terdiri dari tepung, air, garam, air dan berbagai jenis bahan tambahan lainnya. Kadang-kadang ditambahkan gula. Sel-sel ragi mengandung enzim maltase yang mengubah maltosa menjadi glukosa,

kemudian oleh fermentasi diubah menjadi etanol, CO₂, dan sedikit bahan-bahan flavor yang mudah menguap pada hasil akhir. Selama fermentasi, protein tepung yakni gluten menjadi matang dan elastis serta mempunyai kemampuan untuk menahan CO₂ yang terbentuk oleh khamir. Gluten dipecah oleh enzim proteolitik dan enzim khamir serta pengadukan yang dilakukan pada saat membuat adonan.

Ada berbagai jenis ragi yang terdapat di pasaran yaitu *compressed yeast* (bentuk cair dengan kandungan yeast yang padat); *active dry yeast* (ragi bentuk kering, perlu diaktifkan dulu sebelum digunakan) dan *instan active dry yeast* (ragi instan, bentuk kering yang bisa langsung digunakan tanpa perlu diaktifkan lagi), (Apriyantono, 2006). Ragi kering instan dapat digunakan pada kondisi fermentasi yang menggunakan gula tebu atau gula maltosa. Penggunaan jenis ragi segar akan menghasilkan produk yang lembut, tidak kering, teksturnya kuat, tidak menimbulkan penyimpangan warna atau bintik-bintik pada remah roti (Gumpel, 1946).

2.2.2. Gula

Gula yang diperlukan untuk membuat roti adalah gula pasir (sukrosa). Pada pembuatan adonan roti manis, gula yang digunakan sebanyak 10-30% dan optimum pada kisaran 15-25% dari berat tepung (US Wheat Associates, 1983).

Tujuan penggunaan gula antara lain untuk memperoleh kombinasi rasa dari sisa gula yang tidak sempat diuraikan oleh ragi, memperbaiki mutu bakarnya dan memperbaiki warna kerak, mempercepat keaktifan ragi dengan adanya karbohidrat yang siap difermentasi (Ahza, 1983).

Menurut Sultan (1981), gula berfungsi sebagai pemberi rasa manis pada roti, menyediakan makanan yang digunakan oleh ragi selama fermentasi, digunakan sebagai hiasan pada bagian luar roti, memberikan kelembutan adonan pada saat proses pencampuran, memberikan tekstur yang baik pada roti, menambah jumlah nutrisi pada produk.

2.2.3. Garam

Garam (NaCl) adalah bahan baku utama dalam mengatur rasa pada produksi roti. Garam akan membangkitkan rasa pada bahan-bahan lainnya dan membantu membangkitkan harum dan meningkatkan sifat-sifat roti. Garam adalah suatu bahan pemadat (pengeras). Bila adonan tidak memakai garam maka adonan itu akan agak basah. Garam memperbaiki butiran dan susunan roti akibat kuatnya adonan dan secara tidak langsung berarti membantu pembentukan warna, butiran dan susunan roti (US Wheat Associates, 1983).

Garam juga dapat menurunkan laju fermentasi oleh ragi. Hal ini memudahkan pembuat roti untuk mengontrol proses pengembangan sehingga diperoleh tekstur roti sesuai dengan karakteristik yang diinginkan. Garam mempunyai fungsi lain yaitu sebagai penstabil fermentasi ragi, penghambat aktivitas proteolitik yang akan merusak gluten dan membantu pengikatan lipid pada adonan (Ahza, 1983).

2.2.4. Baking Powder

Baking powder atau tepung biang adalah bahan peragi hasil reaksi asam dengan sodium bikarbonat, memakai atau tidak memakai pati atau tepung sebagai bahan pengisi (*filler*). Sebenarnya semua tepung biang terdiri dari soda, tetapi

perbedaannya hanya dalam jenis asam yang digunakan. Pada umumnya bubuk tetrat, bubuk fosfat dan bubuk sulfat digunakan sebagai bahan asam. Tepung biang dalam adonan akan melepaskan CO₂, lalu dengan teratur membebaskan gas selama baking agar adonan mengembang sempurna. Hal diatas untuk menyeragamkan remah (*crumb*), menjaga penyusutan dan agar tidak rusak (jatuh) (US Wheat Associates, 1983).

2.2.5. Telur

Pemakaian telur dalam adonan roti berkisar antara 8-30%, tetapi yang optimum antara 10-24% dari berat tepung. Bagian telur yang digunakan berupa telur utuh, kuning telur dan putih telur (US Wheat Associates, 1983). Kuning telur berfungsi sebagai pemberi warna sehingga membuat roti semakin menarik, pemberi flavor yang khas dan mempermudah proses pencampuran (Sultan, 1981).

Telur dalam adonan donat berfungsi sebagai koagulator, emulsifier, pengembang, pemberi warna dan cita rasa produk. Telur meningkatkan nilai gizi dan penerimaan konsumen (US Wheat Associates, 1983). Telur mempunyai reaksi mengikat bila digunakan dalam jumlah besar sehingga produk yang dihasilkan akan lebih mengembang (Winarno, 1997). Bagian dari telur yang digunakan dalam pembuatan donat adalah kuning telurnya. Adonan yang menggunakan kuning telur akan menghasilkan donat dengan tekstur yang lebih empuk daripada menggunakan seluruh telur. Hal ini disebabkan adanya daya emulsi dari lesitin yang terdapat dalam kuning telur.

Komposisi dari bagian-bagian telur dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi Rata-rata pada Telur

Komposisi	Telur	Kuning Telur	Putih Telur
Kadar Air	73,0	50,0	86,0
Protein	14,0	17,0	12,0
Lemak	12,0	31,0	0,2
Gula	0,0	0,2	0,4
Kadar Abu	1,0	1,5	1,0

Sumber : Sultan (1981)

Bagian kuning telur merupakan yang paling padat pada telur. Kuning telur mengandung paling banyak lemak dibandingkan dengan putih telur sehingga kuning telur biasanya dijadikan emulsifier. Kandungan lesitin pada kuning telur biasanya sebanyak 7-10% dari total kandungan lemak (Sultan, 1981).

2.2.6. Margarin

Margarin atau *oleo margarine* pertama dibuat orang dan dikembangkan tahun 1869 oleh Mege Moories dengan menggunakan lemak sapi. Margarin merupakan pengganti mentega dengan rupa, bau, konsistensi, rasa, dan nilai gizi yang hampir sama. Margarin juga merupakan emulsi air dalam minyak dengan persyaratan mengandung tidak kurang 80 % lemak (Winarno, 1997).

Tabel 8. Komposisi Umum Margarin

Komposisi	Jumlah (%)
Lemak	80 – 81
Skim milk	14 – 16
Garam	3
Emulsifier	0,5
Vitamin A	10

Sumber : US Wheat Associates (1983)

Fungsi margarin juga untuk memberikan gizi, rasa lezat , bertugas sebagai bahan pengempuk dan membantu pengembangan susunan fisik makanan yang dibakar, membantu menahan gas karena gluten lebih mengikat udara dan

membuat volume roti menjadi lebih baik lagi. Keuntungan menggunakan margarine dalam pembuatan roti dalam terlihat langsung dalam adonan dengan daya mengembang yang lebih besar, mempunyai susunan yang halus dan kerak rotinya lebih baik (US Wheat Associates, 1983).

Margarin berfungsi juga sebagai pelumas bagi partikel-partikel adonan sehingga terdispersi merata, sebagai *stabilizer*, mencegah pati dan protein tepung lainnya menggumpal, membuat tekstur lebih halus dan lunak, meningkatkan cita rasa, meningkatkan volume donat, dan mencegah donat agar tidak cepat kering (Hartono, 1993).

2.2.7. Susu bubuk

Susu adalah suatu sekresi yang komposisinya sangat berbeda dari komposisi darah yang merupakan asal susu. Misalnya lemak susu, casein. Laktosa yang disintesa oleh alveoli dalam kambing, tidak terdapat di tempat lain manapun dalam tubuh sapi (Muchtadi, 1997).

Menurut SNI (1992), susu segar didefinisikan sebagai cairan yang berasal dari ambing sapi sehat, diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, tidak mengalami penambahan atau pengurangan suatu komponen apapun dan tidak mengalami proses pemanasan.

Alasan utama pemakaian susu dalam pembuatan roti adalah pertimbangan gizi. Susu mengandung protein (kasein), gula, laktosa dan mineral kalsium. Susu juga memberikan efek terhadap warna kulit dan memperkuat gluten karena kandungan kalsiumnya (US Wheat Associates, 1983).

2.2.8. Air

Air dapat mengandung mineral-mineral dan mudah tercemar kotoran-kotoran alam. Air dapat menyerap karbondioksida dari udara dan membentuk asam CO_2 dan H_2O . Air dapat menjadi kotor oleh benda-benda lain baik dari udara kotor, maupun tanah yang kotor, atau oleh kotoran-kotoran sampah selokan dan sebagainya (U.S *Wheat Associates*, 1991).

Air minum atau air yang digunakan dalam produksi makanan harus bebas dari benda-benda yang mengotorkan dan harus bebas dari hama penyakit. Air yang dapat diminum dapat digunakan dalam pembuatan roti (Faridah, 2008).

Tabel 9. Syarat Mutu Air untuk Industri Pangan

No	Sifat Komponen	Spesifikasi (mg/L) atau ppm
1	Kekeruhan (Turbidity)	1-10
2	Warna	5-10
3	Rasa/Bau	Rendah
4	Total Padatan Terlarut	Maks.1500
5	Kesadahan Sebagai CaCO_3	10-250
6	Alkalinitas Sebagai CaCO_3	30-250
7	pH	6-8
8	Fe	Maks.50
9	Mn	Maks.5
10	Cu	Maks.1,5
11	<i>Cloride</i>	300
12	Sulfat	250
13	Silica	50
14	Mikroba Patogen	Tidak ada
15	<i>E.coli</i>	Kurang dari 1 cfu/ml

Sumber : Soekanto (1990)

Air dalam pembuatan roti mempunyai banyak fungsi. Air memungkinkan terbentuknya gluten (kandungan protein). Gluten sebagai bahan demikian tidak terdapat dalam tepung. Hanya bila tepung dicairkan dengan air maka gluten terbentuk. Air berperan dalam mengontrol kepadatan adonan. Air membasahi dan

mengembangkan pati serta menjadikan dapat dicerna. Air meungkinkan terjadinya kegiatan enzim dan mempertahankan rasa lezat roti lebih lama (U.S *Wheat Associates*, 1991).

2.2.9. Bread Improver

Bread improver biasa disebut juga pengembang, namun sebenarnya berbeda dengan bahan pengembang kimia (*chemical leavening agents*), *bread improver* memang berfungsi membantu pengembangan terutama roti dan donat, tetapi tidak menghasilkan gas pengembang karena senyawa atau bahan yang mengembangkan produk tersebut adalah gas yang dihasilkan oleh ragi (*yeast*). Bahan pengembang kimia dapat menghasilkan gas dalam adonan sehingga membuat adonan mengembang tanpa perlu bantuan ragi.

Bahan penyusun *bread improver* sehingga dapat membantu proses pengembangan roti serta melembutkan tekstur roti diantaranya yaitu natrium bikarbonat yang dapat menghasilkan gas CO₂, asam askorbat yang berfungsi untuk memperkuat jaringan gluten, ammonium klorida dan fosfat yang berfungsi sebagai makanan ragi, enzim emilase yang berfungsi untuk menguraikan pati (amilum) menjadi gula sederhana dan enzim protease yang berfungsi untuk meningkatkan daya regang dari adonan.

2.3. Donat

Donat merupakan salah satu produk makanan yang hampir sama dengan roti dan mempunyai nilai gizi yang tinggi jika dibandingkan dengan makanan pokok lainnya. Pada beberapa negara tertentu, donat merupakan 18 % - 80 % makanan pokok yang dikonsumsi sehari-hari karena donat dapat digunakan

sebagai makanan ringan dan dapat dikonsumsi kapan saja, maka akhirnya donat berkembang pesat di negara-negara yang sedang berkembang termasuk Indonesia.

Donat di beberapa negara tertentu banyak terbuat dari tepung terigu dan merupakan bahan pangan yang populer. Tepung terigu yang terbuat dari gandum itu biasanya persediaannya harus diimpor sehingga memerlukan pengeluaran yang cukup besar karena gandum tidak dapat ditanam di daerah tropis yang lembab (Buckle., dkk, 1987).

Donat (*doughnuts* atau *donut*) adalah makanan yang digoreng, dibuat dari adonan tepung terigu, gula, telur dan mentega. Donat yang paling umum adalah donat berbentuk cincin dengan lubang di tengah dan donat berbentuk bundar dengan isi yang rasanya manis, seperti berbagai jenis selai, jelly, krim, dan *custard*.



Gambar 3. Donat

Donat bisa dibentuk dengan menyatukan kedua sisi adonan berbentuk persegi panjang hingga membentuk cincin atau menggunakan pemotong otomatis yang sekaligus membuat lubang di tengah adonan donat. Lubang pada donat berbentuk cincin dulunya dimaksudkan agar donat cepat matang sewaktu digoreng. Adonan donat yang tersisa sewaktu membuat donat berbentuk cincin

sering dijual sebagai *doughnut hole* atau dicampurkan lagi ke dalam adonan untuk membuat donat baru.

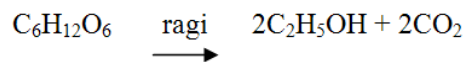
Donat merupakan kudapan teman minum teh dan kopi yang populer di kalangan masyarakat Indonesia. Eksistensinya tidak pernah lekang oleh waktu, selalu *up to date* dengan penampilan yang beranekaragam, mulai dari donat tradisional hingga donat waralaba ala bakery terkenal. Adonan donat dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu adonan dengan menggunakan ragi seperti adonan roti dan adonan kental tanpa ragi seperti adonan cake (Soewitomo, 2007).

Proses pembuatan donat dibagi dalam dua tahap utama yaitu pembuatan dan penggorengan adonan. Pembuatan adonan meliputi pengadukan adonan, pembentukan dan pengembangan. Pencampuran adonan memiliki dua fungsi, yaitu mendistribusikan secara homogen dari komponen-komponen bahan penyusun donat (protein, karbohidrat, lemak dan lain-lain) dan pembentukan matriks gluten dalam menghasilkan roti yang baik. Waktu pencampuran bervariasi dengan jenis tepung, suhu adonan, konsistensi adonan dan alat pencampur. Kelebihan waktu pencampuran dapat mengakibatkan berkurangnya elastisitas dan ekstensibilitas adonan (Pomeranz dan Shellenberger, 1971).

Tahap peragian (Fermentasi) pada proses pembuatan donat adalah penting karena rasa, volume, dan mutu simpan roti dipengaruhi oleh terlalu banyak atau tidak cukupnya peragian. Bila donat tidak diragikan selayaknya hasil donat dengan rasa yang baik tidak akan dicapai. Adonan yang diragikan dengan tepat menghasilkan donat yang rasanya lebih baik dari pada donat yang peragiannya kurang memakai mentega atau *shortening*. Saat fermentasi, gluten yang terdapat

dalam tepung terigu dapat mengatur sehingga volume donat dapat berkembang dengan baik. Karbondioksida yang dihasilkan sewaktu fermentasi yang tepat akan mengembangkan adonan dan donat. Fermentasi dapat juga menjadikan aroma dan rasa yang lezat yang baik pada donat (US Wheat Associates, 1983).

Menurut Winarno, (1981), pada proses fermentasi roti ataupun donat terjadi reaksi fermentasi gula oleh ragi (*Saccharomyces cereviceae*) yang menghasilkan alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut :



Gas yang dihasilkan selama fermentasi merupakan hasil dari aktivitas metabolik dari ragi. Banyak mikroorganisme yang dapat menguraikan gula dan menghasilkan karbondioksida, tetapi mikroorganisme yang berperan paling baik pada adonan yaitu *Saccharomyces cereviceae* atau ragi roti (Matz, 1992).

Setelah melalui tahap fermentasi dilakukan proses penggorengan. Penggorengan donat dibutuhkan waktu yang agak lama, karena donat akan menyerap minyak. Minyak harus sudah cukup panas pada saat donat dimasukkan, tetapi api harus sedang bahkan agak kecil supaya donat bisa matang sampai ke dalam terutama jika donat dibentuk agak tebal (Christina, 2008).

Adapun teknik yang dapat dilakukan agar mendapatkan donat dengan kulit tipis dan warna yang cantik adalah adonan harus benar-benar kalis dan mengembang dengan baik sebelum digoreng. Sebaiknya menggunakan minyak baru. Minyak dipanaskan dengan api kecil dan gunakan api kecil seterusnya untuk menggoreng. Jika donat sudah mengambang dari saat dimasukkan ke minyak, hal ini menandakan berhasilnya membuat donat (Shinta, 2008).

III BAHAN, ALAT, DAN METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Bahan dan Alat Penelitian, (2) Metode Penelitian, dan (3) Deskripsi Penelitian.

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1. Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan baku utama berupa terigu berprotein tinggi merk Cakra Kembar (kandungan protein sebesar $\pm 14\%$) dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*) varietas sukuh dengan umur panen 4-4,5 bulan yang diperoleh dari Pasar Caringin Bandung, ragi instan, NaCl, NaHCO₃, kuning telur, sukrosa, susu bubuk, margarin, *Bread improver*, minyak goreng, air dan NaHSO₃.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisa ialah aquades, H₂SO₄ pekat, NaOH 0,1 N, HCL 9,5 N, Phenolptalin, Asam Asetat, Larutan Luff Schoorl, KI, Natrium metabisulfit, Larutan Na-thiosulfat 0,1 N, Larutan Amylum, Larutan N-heksan dan garam Kjeldahl.

3.1.2. Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, sendok, talenan, wadah plastik (baskom), *blender* merk Philipph, timbangan kue merk *Concept*, timbangan digital merk *Mettler Toledo*, gelas ukur merk *pyrex*, kompor gas merk Rinnai, kual, loyang kue, plastik, Pengayak ukuran 80 mesh dan 100 mesh, Alumunium foil, oven merk *Memmert*, *Tunnel dryer*.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis yaitu eksikator, *Brookfield Viscometer*, kaca arloji, oven merk Memmert, timbangan Analitik merk *Mettler Toledo*, kondensor, adafter, labu Kjeldahl, Soxhlet, labu takar merk *Pyrex* dan labu erlenmeyer merk *Pyrex*.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari metode penelitian pendahuluan dan metode penelitian utama.

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan meliputi :

1. Proses pembuatan tepung ubi jalar yang dimodifikasi secara fisik menggunakan *Heat Moisture Treatment* pada suhu dan lama proses yaitu 50⁰C: 3 jam dan 77⁰C: 3 jam.
2. Perhitungan rendemen tepung ubi jalar yang dimodifikasi secara fisik.
3. Analisa kimia yang meliputi : kadar air tepung ubi jalar modifikasi dengan metode Gravimetri (AOAC, 2010), kadar gula reduksi tepung ubi jalar modifikasi dengan metode luff schoorl (AOAC, 2010), kadar protein tepung ubi jalar modifikasi metode kjedahl (AOAC, 2010), dan pengujian sifat amilografi tepung ubi jalar sebelum di modifikasi dan setelah di modifikasi dengan *Brookfield Viscometer* (Muchtar, 1989).

3.2.2. Penelitian utama

Penelitian utama merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan, dimana dari hasil penelitian pendahuluan analisis amilografi akan

didapat suhu dan lama proses modifikasi secara fisik yang paling optimal untuk memperoleh tepung termodifikasi yang terbaik yang lalu akan disubstitusikan ke dalam tepung terigu pada berbagai perbandingan substitusi yaitu 10%:90%, 20%:80%, 30%:70% dalam 100% berat tepung dan pengaruh konsentrasi ragi dengan berbagai konsentrasi yaitu 1%, 1,5% dan 2% dalam 100% berat adonan.

Penelitian ini terdiri dari rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

3.2.2.1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan terdiri dari 2 (dua) faktor, yaitu perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu (A) yang terdiri dari 3 (tiga) taraf dan konsentrasi ragi (B) yang terdiri dari 3 (tiga) taraf.

Faktor dan taraf faktornya adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu yang meliputi 3 taraf yaitu:

a1 = Perbandingan tepung ubi jalar termodifikasi : terigu yaitu 10% : 90 %

a2 = Perbandingan tepung ubi jalar termodifikasi : terigu yaitu 20 % : 80 %

a3 = Perbandingan tepung ubi jalar termodifikasi : terigu yaitu 30 % : 70 %

2. Pengaruh konsentrasi ragi yang meliputi 3 taraf yaitu :

b1 = 1 %

b2 = 1,5 %

b3 = 2 %

3.2.2.2. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3 x 3 dengan pengulangan terhadap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali.

Model percobaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + K + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu (A) dan taraf ke-j dari faktor konsentrasi ragi (B)

μ = Nilai rata-rata sebenarnya

K = 1,2,3 untuk ulangan percobaan

A_i = Pengaruh taraf ke-i dari faktor perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu (A)

B_j = Pengaruh konsentrasi ragi (B) pada taraf ke-j

$(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i dari faktor perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu (A) dan konsentrasi ragi (B) pada taraf ke-j

ε_{ijk} = Pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu (A) dan konsentrasi ragi (B) pada taraf ke-j

i = 1,2,3 (banyaknya variasi perbandingan substitusi tepung ubi jalar yang termodifikasi secara fisik ke dalam terigu)

j = 1,2,3 (banyaknya variasi perbandingan konsentrasi ragi)

k = 1,2,3 (banyaknya ulangan)

Tabel 10. Matriks Rancangan Acak Kelompok dengan 3 Faktor

Faktor (A)	Faktor (B)	Kelompok Ulangan		
a1	b1	a1.b1	a1.b1	a1.b1
	b2	a1.b2	a1.b2	a1.b2
	b3	a1.b3	a1.b3	a1.b3
a2	b1	a2.b1	a2.b1	a2.b1
	b2	a2.b2	a2.b2	a2.b2
	b3	a2.b3	a2.b3	a2.b3
a3	b1	a3.b1	a3.b1	a3.b1
	b2	a3.b2	a3.b2	a3.b2
	b3	a3.b3	a3.b3	a3.b3

(Sumber: Gasperz, 1995).

Pengacakan digunakan agar setiap kombinasi mendapatkan perlakuan yang sama, yaitu dengan cara menggunakan tabel angka acak sehingga dapat diketahui mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Setelah dilakukan pengacakan ternyata dalam percobaan ini perlakuan pada kelompok ulangan ke-1 yang dilakukan pertama kali a3b3 dan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Denah (Layout) Rancangan Acak Kelompok**Kelompok Ulangan ke 1**

a3b3	a2b3	a1b1	a3b2	a2b1	a3b1	a1b2	a2b2	a1b3
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Kelompok Ulangan ke 2

a1b1	a3b1	a2b3	a3b3	a2b1	a1b3	a3b2	a2b2	a1b2
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Kelompok Ulangan ke 3

a2b3	a3b3	a1b3	a3b2	a1b1	a2b2	a3b1	a1b2	a2b1
------	------	------	------	------	------	------	------	------

3.2.2.3. Rancangan Analisis

Rancangan analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang dicobakan terhadap respon yang diamati, yang disusun pada tabel Analisa Variansi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan. Selanjutnya dilakukan daerah penolakan hipotesis, yaitu:

1. H_0 diterima, jika $F \text{ Hitung} \geq F \text{ Tabel } 5\%$
2. H_1 diterima, jika $F \text{ Hitung} < F \text{ Tabel } 5\%$

Tabel 12. Analisis Variansi (ANAVA)

Sumber Variasi	Db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK	-	-
Faktor A	$a - 1$	JK(A)	KT(A)	KT(A)/KTG	-
Faktor B	$b - 1$	JK(B)	KT(B)	KT(B)/KTG	-
Interaksi AB	$(a - 1)(b - 1)$	JK(AB)	KT(AB)	KT(AB)/KTG	-
Galat	$ab(r-1)$	JKG	KTG	-	-
Total	$abr - 1$	JKT	-	-	-

(Sumber: Gasperz, 1995).

Kesimpulan, jika $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$, hipotesis (H_0) diterima apabila substitusi tepung ubi jalar termodifikasi dengan tepung terigu dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap karakteristik donat, maka diperlukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui sejauh mana perbedaan dari perlakuan tersebut. Jika $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$, hipotesis (H_0) ditolak apabila pengaruh substitusi tepung ubi jalar termodifikasi dengan tepung terigu dan konsentrasi ragi tidak berpengaruh terhadap karakteristik donat atau dengan kata lain H_1 diterima (Gasperz, 1995).

3.2.2.4. Rancangan Respon

Respon pada donat di penelitian utama terdiri dari respon kimia yang meliputi : kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 2010) dan kadar gula reduksi metode Luff Schoorl (AOAC, 2010). Sedangkan untuk sampel terbaik dilakukan respon kimia yang meliputi kadar protein metode Kjeldahl dan kadar lemak metode Soxhlet (AOAC, 2010).

Respon fisik yang dilakukan adalah pengukuran volume pengembangan (Takeshita et.al., 1990 dalam Maisuryanti 2004).

Respon Organoleptik untuk penelitian utama yaitu menggunakan uji hedonik terhadap rasa, aroma, penampakan dan tekstur (Soekarto, 1985). Kriteria penilaian uji hedonik pada penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kriteria Penilaian Uji Hedonik

Skala Hedonik	Skala Numerik
Amat Sangat Tidak Suka	1
Sangat Tidak Suka	2
Tidak suka	3
Biasa	4
Suka	5
Sangat Suka	6
Amat Sangat Suka	7

3.3. Deskripsi Penelitian

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

3.3.1.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan dalam Pembuatan Tepung Ubi Jalar varietas sukuh

1. Sortasi

Ubi jalar varietas sukuh dilakukan sortasi secara manual dengan cara memisahkan ubi jalar baik dari ubi jalar yang cacat (rusak karena serangan hama penyakit atau rusak karena terpotong waktu panen), sehingga didapatkan ubi jalar yang memenuhi kriteria untuk dijadikan tepung.

2. Pencucian I

Setelah diperoleh ubi jalar yang memenuhi kriteria, kemudian dilakukan pencucian pertama menggunakan air yang mengalir. Pencucian ini dilakukan untuk membersihkan atau menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada kulit ubi jalar.

3. Pengupasan

Setelah ubi jalar dicuci, selanjutnya dilakukan pengupasan dengan menggunakan pisau dan pengupas kulit *stainless steel* dengan cara membuang kulit ubi jalar. Pengupasan dilakukan untuk membuang kulit yang menempel pada ubi jalar sehingga diperoleh hanya daging buahnya saja.

4. Pengirisan

Setelah ubi jalar dikupas sampai bersih dilakukan pengirisan menggunakan alat *slicer* dengan cara mengiris ubi jalar dengan ketebalan irisan \pm

2 mm. Pengirisan dilakukan untuk memperkecil ukuran ubi jalar sehingga mempermudah dalam pengeringan.

5. Perendaman

Ubi jalar yang telah diiris dilakukan perendaman dengan cara merendam irisan ubi jalar ke dalam larutan NaHSO_3 kedalam baskom selama 1jam dengan air dan NaHSO_3 pada suhu ruang Laboratorium Teknologi Pangan, NaHSO_3 yang digunakan ialah sekitar 0,1 %^{b/v}. Perendaman dalam larutan NaHSO_3 dilakukan untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan (*browning*) pada ubi jalar (Keni Damayanti, 2010).

6. Pencucian II

Ubi jalar yang telah dilakukan perendaman dilakukan pencucian kedua secara manual dengan menggunakan air yang mengalir sampai ubi jalar benar-benar bersih dan tidak lengket ditangan. Pencucian kedua ini dilakukan untuk menghilangkan residu dari sulfat yang menempel pada irisan ubi jalar dari sisa-sisa perendaman.

7. Penirisan

Setelah irisan ubi jalar dibilas dilakukan penirisan dengan cara menyaring irisan ubi jalar menggunakan ayakan selama ± 10 menit, sampai air tersebut tidak tersisa. Penirisan ini dilakukan untuk menghilangkan air sisa perendaman dan pembilasan yang terdapat pada irisan ubi jalar.

8. Pengeringan

Ubi jalar yang telah ditiriskan dilakukan proses pengeringan dengan cara irisan ubi jalar ditempatkan dalam ayakan dan dilakukan pengeringan dengan menggunakan *tunnel dryer* dengan suhu $70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ dengan waktu 6 jam. Pengeringan ini dilakukan untuk mengeluarkan dan menghilangkan sebagian air yang terdapat pada ubi jalar dengan cara penguapan, sehingga diperoleh hasil akhir yang kering.

9. Penggilingan

Setelah irisan ubi jalar tersebut dilakukan pengeringan, dilakukan penggilingan awal menggunakan *blender* sampai berbentuk butiran, kemudian diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga diperoleh tepung ubi jalar dengan ukuran seragam. Apabila masih ada yang belum lolos 80 mesh, maka butiran itu digiling kembali dan diayak demikian seterusnya sampai tidak ada lagi butiran yang tidak lolos.

10. Penerapan modifikasi *Heat Moisture Treatment*

Tepung ubi jalar yang diketahui kadar airnya ditambah air sampai berkadar air 30%, selanjutnya dikondisikan pada suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 5 jam. Tepung basah kemudian ditingkatkan suhunya pada suhu ruang sebelum dimodifikasi. Modifikasi *heat moisture treatment* dilakukan pada suhu 50 dan 77°C selama 3 jam dalam keadaan tertutup *aluminium foil* dengan pemanasan menggunakan oven. Tepung hasil modifikasi kemudian dikeringkan pada suhu

50° C selama 5 jam, selajutnya diblender dan diayak 80 mesh untuk akhirnya diperoleh tepung ubi jalar yang telah termodifikasi secara fisik.

3.3.2. Penelitian Utama

3.3.2.1. Prosedur Penelitian Utama dalam Pembuatan Donat

1. Penimbangan

Tahap pertama yang dilakukan adalah penimbangan bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan donat. Berikut adalah tabel formulasi donat dengan berbagai perbandingan substitusi dari tepung ubi jalar termodifikasi secara fisik dengan terigu dan konsentrasi ragi.

Tabel 14. Formulasi Donat dengan berbagai substitusi konsentrasi tepung ubi jalar termodifikasi dengan terigu dan konsentrasi ragi

No	Komposisi	Formulasi																	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
1	Tepung terigu	225	46,4	200	41,2	175	36,1	225	46,2	200	41,0	175	35,9	225	45,9	200	40,8	175	35,7
2	Tepung ubi jalar termodifikasi	25	5,2	50	10,3	75	15,5	25	5,1	50	10,3	75	15,4	25	5,1	50	10,2	75	15,3
3	Ragi instan	5	1,0	5	1,0	5	1,0	7,5	1,5	7,5	1,5	7,5	1,5	10	2	10	2	10	2
4	Gula putih	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2	40	8,2
5	Susu bubuk	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1	20	4,1
6	Kuning telur	32	6,6	32	6,6	32	6,6	32	6,6	32	6,6	32	6,6	32	6,5	32	6,5	32	6,5
7	Margarin	75	15,5	75	15,5	75	15,5	75	15,4	75	15,4	75	15,4	75	15,3	75	15,3	75	15,3
8	Baking Powder	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
9	Garam dapur	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
10	Air hangat	50	10,3	50	10,3	50	10,3	50	10,3	50	10,3	50	10,3	50	10,2	50	10,2	50	10,2
11	<i>Bread Improver</i>	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0	5	1,0
Total		485	100	485	100	485	100	487,5	100	487,5	100	487,5	100	490	100	490	100	490	100

Sumber : Selly Nabila, 2003

2. Pencampuran I

Bahan-bahan kering yang telah ditimbang yaitu tepung terigu, tepung ubi jalar, ragi instan, gula, baking powder, *bread improver*, susu bubuk diaduk hingga rata.

3. Pencampuran II

Bahan kering yang telah tercampur kemudian ditambahkan telur dan air sedikit demi sedikit, aduk hingga menjadi adonan yang hampir kalis.

4. Pencampuran III

Adonan yang telah hampir kalis tadi ditambahkan lagi dengan margarin dan garam diaduk sampai menjadi adonan yang kalis dan elastis.

5. Fermentasi I

Adonan selanjutnya difermentasi selama 30 menit pada suhu ruang Laboratorium Teknologi Pangan. Untuk menjaga agar kondisi fermentasi tetap lembab maka adonan ditutup dengan menggunakan kain yang basah.

6. Pengempesan Adonan (*Knock Back*) dan Penimbangan

Setelah adonan di fermentasi, kemudian adonan dibuang gasnya dengan cara ditekan-tekan kemudian dipotong-potong dan ditimbang seberat 25 gram per potongan.

7. Pencetakan

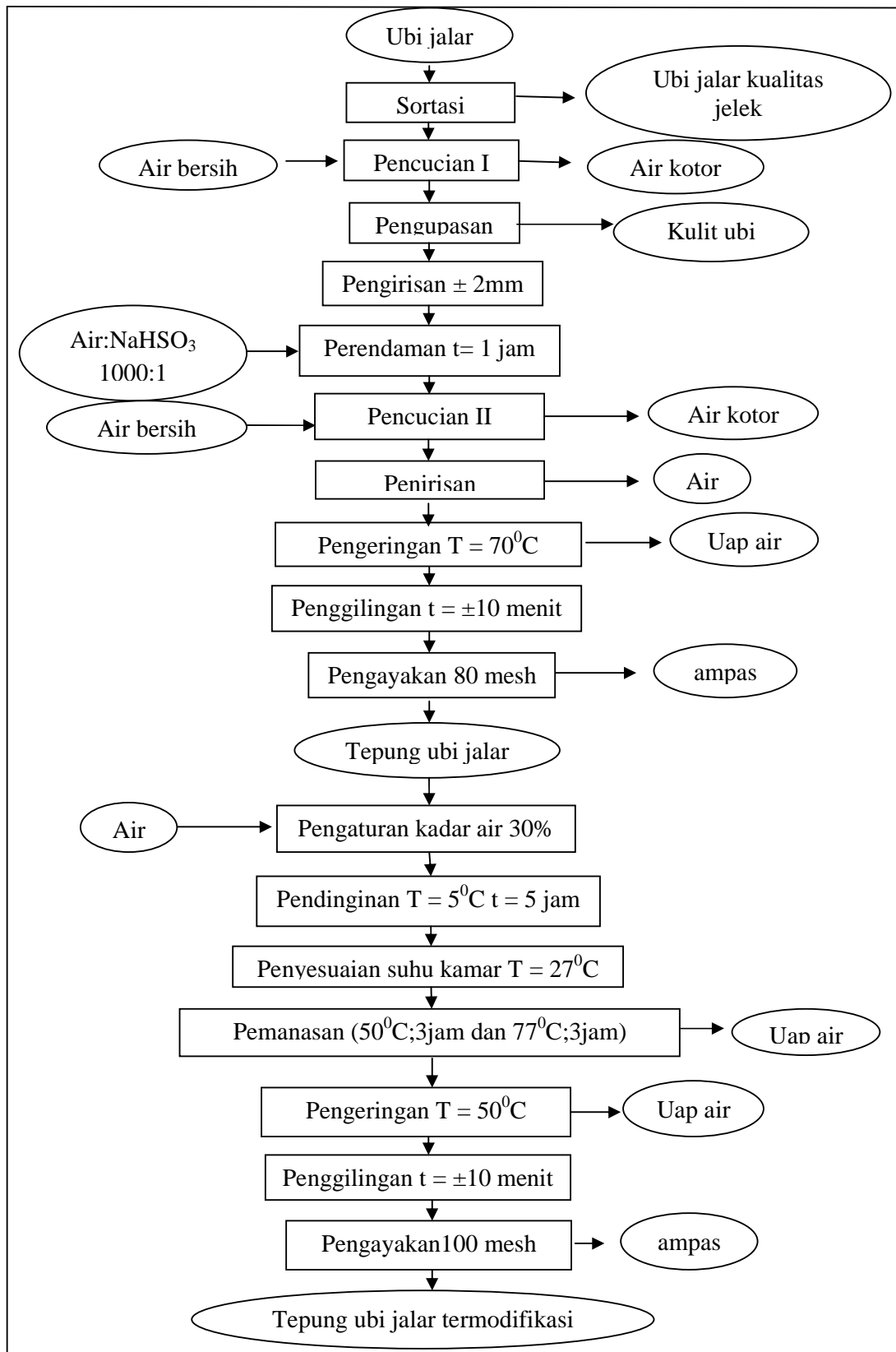
Setelah ditimbang, adonan selanjutnya dicetak berbentuk cincin. Kemudian diletakkan dalam loyang.

8. Fermentasi II

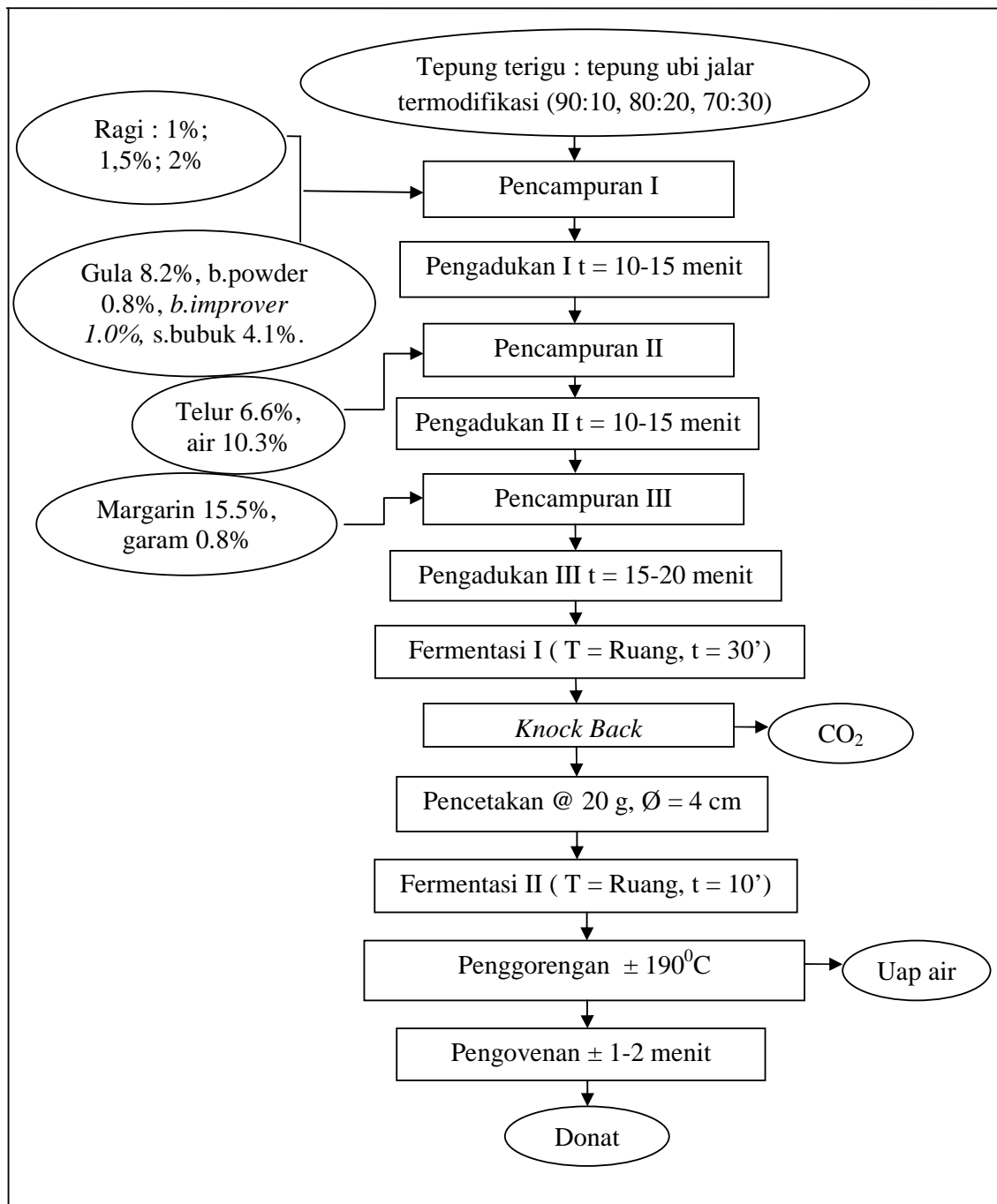
Adonan yang telah diletakkan pada loyang kemudian difermentasikan selama 10 menit pada suhu ruang Laboratorium Teknologi Pangan. Agar adonan memiliki kekenduran (*mellowness*) dan ekstensibilitas yang baik.

9. Penggorengan

Setelah fermentasi II selesai dilakukan penggorengan dengan menggunakan minyak goreng. Saat menggoreng, minyak harus cukup panas (suhunya $\pm 196^{\circ}\text{C}$ - 202°C) tetapi api harus sedang bahkan agak kecil agar donat bisa matang sampai kedalam. Kemudian dilihat warna dari adonan tersebut hingga warnanya menjadi kuning kecoklatan.



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar termodifikasi (Kharinda,2002)



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Donat (Selly Nabila, 2003)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Penelitian Pendahuluan dan (2) Penelitian Utama.

4.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan meliputi analisis bahan baku pembuatan tepung ubi jalar yang dimodifikasi secara fisik dan perhitungan rendemen tepung ubi jalar tersebut. Tepung ubi jalar yang digunakan dibuat dalam percobaan.

4.1.1. Analisis Kimia dan Rendemen Tepung Ubi Jalar

Tepung ubi jalar yang digunakan merupakan produk olahan dari ubi jalar yang pembuatannya dimodifikasi secara fisik, fungsi dari modifikasi secara fisik ini ialah untuk meningkatkan sifat fungsional dan karakteristik pati dari tepung ubi jalar. Hasil analisis sifat amilografi dari berbagai perlakuan suhu dan waktu proses modifikasi dapat dilihat di pada Tabel 15.

Tabel 15 memperlihatkan sifat amilografi tepung ubi jalar yang dimodifikasi secara fisik dengan cara *heat moisture treatment*. Perubahan-perubahan yang terjadi pada parameter fisik pati disebabkan adanya hubungan antara faktor-faktor, yaitu terjadinya perubahan struktur pada area berkristal (*crystalline*) dan area tak beraturan (*amorphous*) pada granula pati, serta terjadinya modifikasi fisik pada bagian permukaan granula pati selama proses HMT berlangsung (Manuel, 1996).

Tabel 15. Analisis Sifat Amilografi Tepung Ubi Jalar Termodifikasi dan Non Modifikasi

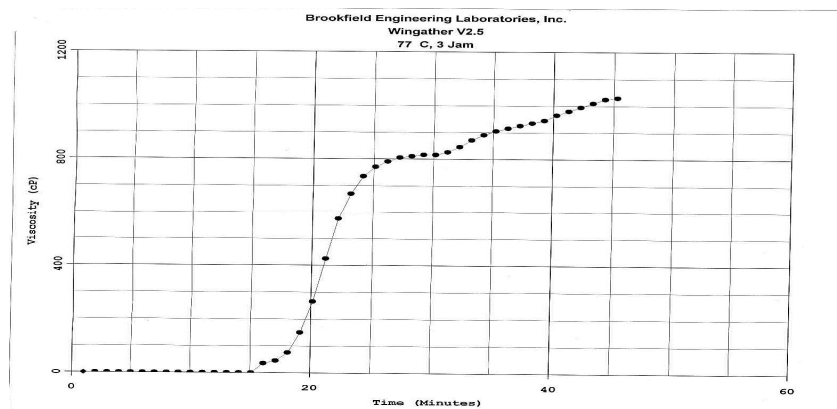
No.	Kode Sampel	Awal gelatinisasi		Granula pati pecah			Viscositas	
		waktu	Suhu	waktu	Suhu	viscositas	50 °C	Balik
		menit	°C	menit	°C	cp	cp	Cp
1	Tepung Non Modifikasi	14	77.8	–	–	–	965.0	965.0
2	Tepung Modifikasi 50°C, 3 Jam	16	79.8	–	–	–	915.0	915.0
3	Tepung Modifikasi 77°C, 3 Jam	16	79.5	–	–	–	1030.0	1030.0

Sifat amilograf pati diukur berdasarkan peningkatan viskositas pati pada proses pemanasan dengan menggunakan *Brookfield Viscometer*. Selama pemanasan terjadi peningkatan viskositas yang disebabkan oleh pembengkakan granula pati. Pengamatan sifat amilografi meliputi waktu dan suhu awal gelatinisasi, waktu dan suhu granula pecah, viskositas puncak, viskositas dingin dan viskositas balik (Tabel 15). Nilai suhu dapat diketahui dengan memperhitungkan peningkatan suhu pada alat sebesar 1,5⁰C setiap menit. Pemanasan dilakukan dari 30⁰C hingga 95⁰C, tahap pemanasan pasta pati selama 20 menit pada suhu 95⁰C menunjukkan kestabilan pasta pati selama proses pemanasan berlangsung. Suhu awal gelatinisasi adalah suhu pada saat pertama kali viskositas mulai naik. Suhu awal gelatinisasi merupakan suatu fenomena sifat fisik pati yang kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain

ukuran molekul serta rasio amilosa dan amilopektin. Suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar yang dimodifikasi dengan cara HMT pada suhu 77⁰C dan suhu 50⁰C selama 3 jam ini selaras dengan hasil penelitian Collado dan Corke (1999) serta Ginting dan Suprpto (2005) yaitu suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar varietas sukuh 75,71⁰C dengan waktu gelatinisasi lebih lama yaitu 27 menit. Viskositas puncak atau disebut juga viskositas maksimum merupakan titik maksimum viskositas pasta yang dihasilkan selama proses pemanasan, dan saat itu dicapai suhu akhir gelatinisasi. Pada suhu ini granula pati telah kehilangan sifat *birefringence*. Tepung ubi jalar yang dimodifikasi dengan cara HMT pada suhu 77⁰C dan suhu 50⁰C selama 3 jam tidak menunjukkan viskositas puncak. Menurut Tan et al.,(2009) viskositas puncak berkorelasi negatif dengan amilosa. Viskositas puncak yang tinggi, akan berpengaruh terutama kepada tekstur donat ubi jalar, karena semakin besar derajat viskositas maka tekstur yang dihasilkan akan semakin kuat dan tidak mudah rapuh. Viskositas balik mencerminkan kemampuan asosiasi atau retrogradasi molekul pati pada proses pendinginan. Viskositas balik dari tepung ubi jalar yang dimodifikasi dengan cara HMT pada suhu 77⁰C selama 3 jam menunjukkan nilai viscositas balik tertinggi 1030 cp. Viskositas balik yang tinggi diperlukan untuk produk donat, karena akan menghasilkan produk yang stabil.

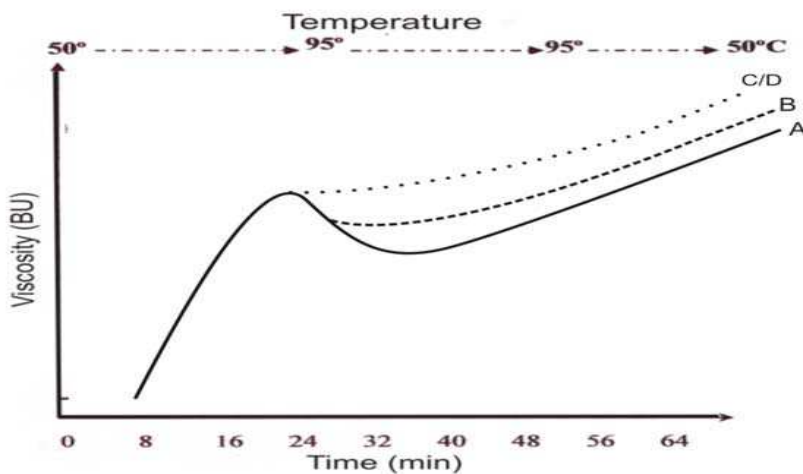
Modifikasi pati dengan teknik HMT pada suhu 77⁰C selama 3 jam menunjukkan suhu dan waktu yang optimal untuk dapat merusak granula pati hingga terbentuk lubang di bagian permukaannya yang ditunjukkan dari tingginya viskositas balik. Proses pemanasan pati dan keberadaan air saat HMT berlangsung

mengakibatkan area *amorphous* pati mengembang, kemudian menekan keluar area berkrystal sehingga terjadi kerusakan dan pelelehan area berkrystal granula pati, serta menghasilkan bentuk granula pati yang lebih stabil terhadap panas. Pati berdasarkan profil gelatinisasinya ada 4 jenis yaitu tipe A, B, C dan D, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 Profil tipe A menunjukkan pati yang memiliki kemampuan mengembang yang tinggi ditunjukkan dengan tingginya viskositas maksimum serta terjadi penurunan selama pemanasan mengalami *breakdown*, contoh pati kentang dan tapioka. Profil tipe B mirip dengan pati tipe A tetapi dengan viskositas maksimum lebih rendah, contoh pati dari sereal. Profil tipe C adalah pati yang mengalami pengembangan yang terbatas, ditunjukkan dengan tidak adanya viskositas maksimum dan viskositas *breakdown* dan jenis pati ini memiliki ketahanan panas yang tinggi contoh pati kacang hijau dan pati yang dimodifikasi dengan ikatan silang dan *heat moisture treatment* (HMT). Profil tipe D adalah pati yang mengalami pengembangan terbatas yang ditunjukkan dengan rendahnya viskositas, misal pati yang mengandung amilosa lebih dari 55% (Schoch dan Maywald, 1968 dalam Kusnandar, 2010).



Gambar 6. Grafik tepung modifikasi pada suhu 77⁰C selama 3 jam

Profil pasta pati ubi jalar termodifikasi dengan cara HMT pada suhu 77°C selama 3 jam dapat diklasifikasikan sebagai profil pasta pati tipe C, karena tidak menunjukkan viskositas puncak. Hasil pengukuran pasta pati ubi jalar termodifikasi dengan cara HMT sejalan dengan hasil penelitian Collado dan Corke (1999). Penelitian tersebut berhasil mengubah pasta pati ubi jalar yang memiliki pasta pati tipe A, dengan modifikasi cara HMT menjadi pasta pati tipe C dan kurvanya hampir tidak memiliki puncak viskositas dan peningkatan viskositas terus selama pemanasan hingga akhir pendinginan di dalam Brabender Amilograf.



Gambar 7. Beberapa tipe amilogram pengukuran Brabender (Chen, 2003).

Sifat fungsional pati dari tepung sangat berpengaruh terhadap viskositas dan elastisitas adonan. Sifat fungsional pati meliputi ratio amilosa dan amilopektinnya, dan sifat amilograf pati. Pati mengandung fraksi linier dan bercabang dalam jumlah tertentu. Fraksi linier berupa amilosa dan fraksi bercabang disebut amilopektin. Amilosa adalah faktor terpenting yang mempengaruhi kekuatan dan kekenyalan adonan pati karena asosiasi, retrogradasi

dan interaksi yang tepat dengan lemak membentuk kompleks heliks dan dengan amilopektin membuat ikatan gel yang kuat (Jane dan Chen, 1992).

Menurut Tan et al.,(2009), amilosa pati ubi jalar mengandung sedikit fosfat dibanding pada amilopektinnya. Gugus ester fosfat tinggi membuat amilopektin sedikit bermuatan negatif yang berakibat dalam air hangat pati mengalami pembengkakan cepat dan sifat pastanya seperti kekentalan dan kejernihan dan laju retrogradasinya tinggi.

Hasil analisis kimia dan rendemen tepung ubi jalar hasil modifikasi fisik dengan cara *heat moisture treatment* pada suhu 77⁰C selama 3 jam dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil Analisis Kimia dan Rendemen Tepung Ubi Jalar Termodifikasi

Jenis Tepung	Kadar Air	Kadar Protein	Kadar gula reduksi	Rendemen
Tepung Ubi Jalar termodifikasi	9,79 %	5,145 %	4,53 %	32,435%

a. Kadar Air

Tabel 16 memperlihatkan kadar air tepung ubi jalar yang digunakan sudah memenuhi kriteria mutu tepung ubi jalar dengan kadar air maksimal 11% (US Wheat Associates, 1983). Berdasarkan Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, ubi jalar putih segar memiliki kandungan air sebesar 68,5%. Penurunan kadar air terjadi setelah dijadikan tepung disebabkan adanya penguapan air selama proses pengeringan (Rukmana, 1997).

Kadar air tepung setelah dimodifikasi secara fisik ini mengalami peningkatan dari kadar air tepung sebelum dimodifikasi yaitu 6,4%. Hal tersebut dikarenakan pada proses *heat moisture treatment*, terjadi pengikatan kadar air

oleh granula pati yang membuka akibat panas tinggi. Proses modifikasi ini menyebabkan berubahnya susunan granula pati sehingga air masuk ke dalam granula dan diikat, dan pada proses pengeringan air tidak banyak menguap. Menurut Meyer *and* Parker (2003) dengan meningkatnya suhu pemanasan, molekul-molekul air masuk ke dalam granula pati dan terperangkap pada susunan molekul-molekul amilosa dan amilopektin.

b. Kadar Protein

Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI menyebutkan kadar protein ubi putih sebesar 1,8%. Kadar protein tepung ubi jalar termodifikasi pada Tabel 16 sudah memenuhi kriteria mutu tepung ubi jalar dengan kadar protein antara 1,92 - 5,12%. Kadar protein tepung ubi jalar sebelum dimodifikasi sebesar 2,35%, terjadinya peningkatan kadar protein tepung ubi jalar setelah di modifikasi disebabkan adanya penurunan kadar pati pada tepung ubi jalar yang termodifikasi akibat terjadi pembukaan granula pati dan terjadi pemutusan ikatan hidrogen antara amilosa – amilosa, amilosa – amilopektin dan amilopektin – amilopektin. Ikatan antara molekul tersebut digantikan dengan ikatan hidrogen dengan air. Amilosa yang terlepas keluar granula. Akibatnya kadar pati menurun dan kadar protein menjadi meningkat (Meyer *and* Parker, 2003).

Kadar protein di dalam tepung ubi jalar sangat dipengaruhi oleh kandungan air yang terdapat dalam tepung. Lama perendaman dalam NaHSO_3 juga mempengaruhi kadar protein yang dihasilkan karena NaHSO_3 akan berikatan dengan gugus aldehid dari gula sehingga gugus aldehid tersebut tidak dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa yang memiliki gugus amino (protein) dan

akibatnya protein dapat dipertahankan (Dhania, 2006). Kenaikan protein setelah dijadikan tepung ini diakibatkan juga karena berkurangnya kadar air pada tiap irisan (*chips*) ubi jalar selama pengeringan sehingga kadar bahan padat yang terkandung di dalam ubi jalar seperti kadar protein mengalami peningkatan .

c. Kadar Gula Reduksi

Menurut SNI ubi jalar varietas sukuh memiliki kadar gula reduksi sebesar 0.32%, dari hasil penelitian menunjukkan tepung ubi jalar sudah memenuhi kriteria mutu dengan kadar gula reduksi minimal 1.44%. Berdasarkan hal tersebut terjadi peningkatan kadar gula reduksi setelah dijadikan tepung. Peningkatan kadar gula reduksi ini dikarenakan selama proses pengeringan, air yang terkandung dalam irisan ubi jalar menguap sehingga dengan berkurangnya kadar air, kadar bahan padatan seperti pati dan gula reduksi akan meningkat (Winarno, 1997).

Kadar gula reduksi tepung ubi jalar sebelum dimodifikasi sebesar 2,1%, terjadinya peningkatan kadar gula reduksi pada tepung ubi jalar yang termodifikasi diakibatkan suhu tinggi yang digunakan pada modifikasi sehingga terjadi pemutusan ikatan hidrogen antar molekul amilosa-amilopektin, amilosa-amilosa dan amilopektin-amilopektin membentuk gula-gula sederhana yang menyebabkan kadar gula reduksi meningkat.

Adanya pati yang tinggi dalam ubi jalar menyebabkan tepung ubi jalar varietas sukuh selama pengeringan mengalami pengembangan. Menurut Smith (1976) dalam Melianawati (1998), menyatakan adanya panas dan tekanan tinggi yang terjadi selama pengeringan akan merusak ikatan hidrogen yang

menghubungkan molekul pati, sehingga air dalam jumlah besar dapat memasuki struktur ikatan hidrogen yang terbuka dan menyebabkan proses gelatinisasi pati. Pada saat rehidrasi, terjadi pengembangan granula pati. Pengembangan granula pati terjadi karena air berpenetrasi masuk kedalam granula dan terperangkap pada susunan molekul-molekul amilosa dan amilopektin. Dengan semakin tingginya suhu pengeringan (maksimal 80°C), maka pati dalam air akan mengalami pengembangan yang lebih besar.

d. Rendemen

Rendemen ialah berat produk dibagi berat kotor bahan baku dikalikan seratus persen. Berdasarkan hasil perhitungan rendemen, ubi jalar varietas sukuh sudah memenuhi kriteria dengan rendemen tepung ubi jalar sebesar 32.9%. Penyebab perbedaan rendemen dari suatu tepung dipengaruhi oleh faktor teknis seperti pengupasan kulit secara manual dan proses pengayakan kurang sempurna. Kadar air berpengaruh terhadap rendemen, dimana semakin tinggi kadar air maka semakin kecil rendemen dan sebaliknya semakin rendah kadar air maka rendemen yang dihasilkan akan semakin besar karena pada saat proses pengeringan berlangsung menyebabkan air yang terkandung dalam bahan tersebut menguap, akibatnya bobot dalam bahan menjadi berkurang (Winarno, 1997).

4.2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung ubi jalar termodifikasi terhadap tepung terigu dan konsentrasi ragi. Pada penelitian utama ini substitusi tepung ubi jalar termodifikasi terhadap tepung

terigu divariasikan dengan perbandingan 10:90, 20:80, 30:70 serta konsentrasi ragi yang digunakan yaitu 1%, 1,5% dan 2% dalam pembuatan donat.

Analisis yang dilakukan terhadap donat yang dihasilkan meliputi volume pengembangan, kadar gula reduksi, kadar air dan uji organoleptik dengan respon penampakan, aroma, rasa dan tekstur. serta penentuan sampel terbaik yang selanjutnya sampel terbaik di analisis dengan respon kadar protein dan kadar lemak.

4.2.1. Analisis Fisik

4.2.1.1. Volume Pengembangan

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukan perlakuan substitusi tepung ubi jalar terhadap terigu dan konsentrasi ragi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap volume pengembangan donat (Lampiran 7), dan uji lanjut Duncan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 memperlihatkan kadar volume pengembangan donat, dimana volume pengembangan donat nyata dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan konsentrasi ragi (Tabel 17).

Perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) terhadap konsentrasi ragi (b1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan maka volume pengembangan yang dihasilkan semakin meningkat, begitu juga keadaanya untuk a2 dan a3. Pada konsentrasi ragi 2% (a3), sel ragi jumlahnya semakin banyak sehingga menyebabkan konsentrasi enzim semakin tinggi dan semakin optimum proses fermentasinya. Sebaliknya pada konsentrasi ragi 1% (a1), sel ragi jumlahnya lebih sedikit sehingga

menyebabkan proses fermentasi belum optimum dan akan mempengaruhi terhadap volume pengembangan, hal ini terlihat dari hasil analisis variansi (Tabel 17).

Tabel 17. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Ubi Jalar Termodifikasi ke Dalam Terigu Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Volume Pengembangan (%) Donat

Substitusi Tepung Ubi Jalar : Terigu (A)	Konsentrasi Ragi (B)		
	b ₁ (1%)	b ₂ (1.5%)	b ₃ (2%)
a ₁ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 10 : 90)	73.703 C a	84.643 C b	100.373 C c
a ₂ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 20 : 80)	63.207 B a	74.427 B b	91.310 B c
a ₃ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 30 : 70)	55.723 A a	62.347 A b	73.237 A c

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal.

Perlakuan konsentrasi ragi (b1) terhadap substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar termodifikasi yang ditambahkan maka volume pengembangan yang dihasilkan semakin menurun, begitu juga keadaannya untuk b2 dan b3. Penambahan konsentrasi tepung ubi jalar yang semakin tinggi akan mengakibatkan volume donat semakin kecil. Besar dan kecilnya volume pengembangan donat ini dipengaruhi oleh perubahan suhu yang terjadi pada proses pemasakan (penggorengan) donat serta dipengaruhi juga oleh banyak dan sedikitnya bahan substitusi tepung ubi jalar yang ditambahkan dalam adonan donat. Pengembangan volume terendah atau yang berbeda dengan perlakuan

lainnya, tampak pada perlakuan substitusi 30%. Hal ini disebabkan oleh semakin rendahnya kadar protein atau gluten dalam adonan donat karena substitusi tepung ubi jalar ke dalam terigu, sehingga berkurang kemampuannya untuk menahan gas CO₂ hasil fermentasi yang mengembang pada saat penggorengan. Kemampuan menahan gas gluten berkaitan dengan sifat viskoelastis yang terbentuk pada saat terigu bercampur dengan air dalam pembuatan adonan donat (Khatkar dan Schofield, 1997). Tepung ubi jalar meski tidak mengandung gluten, mempunyai sifat elastis dengan kemampuannya menarik air dan membengkak (Smith, 1999) dan sifat viskos dengan terbentuknya gel (gelatinisasi) pada saat Penggorengan serta memiliki konsistensi gel lunak (Ginting et al., 2005), sehingga donat masih dapat mengembang dengan baik.

Ragi adalah sumber enzim. Ragi berisi sejumlah kecil enzim proteolitik tetapi yang terutama ialah enzim *invertase*, *maltase* dan *zymase*. Enzim *zymase* memecah glukosa menjadi alkohol dan CO₂ sehingga menghasilkan pengembangan donat. Menurut teori *Lock and Keys*, menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi kerja enzim diantaranya ialah konsentrasi enzim. Jika konsentrasi enzim tinggi maka reaksi berjalan lebih cepat. Reproduksi sel pada ragi memakan waktu hampir 2-4 jam. Jumlah sel-sel yang hidup ini mempengaruhi pada pengembangan adonan selama proses fermentasi. Ragi dikembangkan dalam molases (gula dari tebu yang belum selesai pembuatannya). Ragi akan mengkonversi sukrosa menjadi dekstrosa dan levulosa selama 5 menit. Hasil pemecahan tersebut akan terserap kedalam sel-sel ragi. Setelah gula-gula tersebut habis, ragi akan memecah maltosa menjadi dekstrosa, dekstrosa setelah masuk

kedalam sel-sel ragi akan dikonversi menjadi gliseraldehid yang kemudian menjadi piruvat dan akhirnya akan menjadi alkohol dan CO₂ dengan timbulnya panas yang menyebabkan donat menjadi mengembang (Ahza, 1983).

4.2.2. Analisis Kimia

4.2.2.1. Kadar Air

Hasil analisis variansi (ANOVA) dapat diketahui bahwa perlakuan substitusi tepung ubi jalar ke dalam terigu dan konsentrasi ragi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap kadar air donat (Lampiran 7), dan dilakukan uji lanjut Duncan seperti dapat dilihat pada Tabel 18.

Pada Tabel 18 memperlihatkan kadar air donat, dimana kadar air donat nyata dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan konsentrasi ragi (Tabel 18).

Tabel 18. Pengaruh Interaksi substitusi tepung Ubi Jalar Termodifikasi ke Dalam Terigu dan Konsentrasi Ragi terhadap kadar air (%) Donat

Substitusi Tepung Ubi Jalar : Terigu (A)	Konsentrasi Ragi (B)		
	b ₁ (1%)	b ₂ (1.5%)	b ₃ (2%)
a ₁ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 10 : 90)	20.560 A a	21.330 A b	21.460 A b
a ₂ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 20 : 80)	23.327 B a	24.160 C b	24.650 C b
a ₃ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 30 : 70)	22.933 B a	22.510 B a	23.863 B b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal.

Perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a₁) terhadap konsentrasi ragi (b₁) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kadar air yang dihasilkan semakin

meningkat, begitu juga keadaannya untuk a2 dan a3. Pada konsentrasi ragi 2% (b3), sel ragi jumlahnya semakin banyak sehingga menyebabkan konsentrasi enzim semakin meningkat dan semakin optimum proses fermentasinya. Hal ini dikarenakan ragi dengan konsentrasi 2% berada dalam fase logaritmik dimana pertambahan jumlahnya mengikuti kurva logaritmik sehingga hasil fermentasinya lebih banyak daripada perlakuan b1 dan b2. Hasil fermentasi ragi ini berupa CO₂ dan alkohol. Menurut Winarno (1997), kadar air pada bahan kering berkisar 3 - 7% akan mencapai kestabilan optimum, sehingga pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi kimia yang merusak bahan seperti *browning*, hidrolisis atau oksidasi lemak dapat dikurangi. Pada saat fermentasi, enzim ini akan memecah glukosa menjadi alkohol dan CO₂. Konsentrasi ragi yang besar mengakibatkan alkohol yang keluar banyak yang menguap dan CO₂ yang terperangkap sebagai hasil fermentasi dalam donat dapat berubah menjadi air akibat perubahan suhu yang terjadi setelah proses penggorengan, air hasil penguapan dari alkohol dan CO₂ tersebut mengakibatkan kadar air donat semakin meningkat (Ahza, 1983).

Perlakuan konsentrasi ragi (b1) terhadap substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar termodifikasi yang ditambahkan maka kadar air yang dihasilkan semakin meningkat, begitu juga keadaannya untuk b2 dan b3. Hal tersebut dikarenakan daya ikat air pada pati tepung ubi jalar lebih kuat terutama setelah tepung dimodifikasi (Rukmana, 1997).

4.2.2.2. Kadar gula reduksi

Hasil analisis variansi (ANAVA) dapat diketahui bahwa perlakuan substitusi tepung ubi jalar ke dalam terigu dan konsentrasi ragi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap kadar gula reduksi donat (Lampiran 7), maka dilakukan uji lanjut Duncan seperti dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19 memperlihatkan kadar gula reduksi donat, dimana kadar gula reduksi donat nyata dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan konsentrasi ragi (Tabel 19).

Perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) terhadap konsentrasi ragi (b1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kadar gula reduksi yang dihasilkan semakin meningkat, begitu juga keadaanya untuk a2 dan a3.

Tabel 19. Pengaruh Interaksi substitusi tepung Ubi Jalar Termodifikasi ke Dalam Terigu dan Konsentrasi Ragi terhadap kadar gula reduksi (%) Donat

Substitusi Tepung Ubi Jalar : Terigu (A)	Konsentrasi Ragi (B)		
	b ₁ (1%)	b ₂ (1.5%)	b ₃ (2%)
a ₁ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 10 : 90)	2.173 A a	3.023 A b	4.197 A c
a ₂ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 20 : 80)	5.153 B a	5.643 B b	6.627 B c
a ₃ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 30 : 70)	6.840 C a	7.720 C b	7.900 C b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal.

Pada konsentrasi ragi 2% (a3), sel ragi jumlahnya semakin banyak sehingga menyebabkan konsentrasi enzim semakin tinggi dan semakin optimum proses fermentasinya. Hal ini menyebabkan proses fermentasi semakin cepat dan

mengakibatkan pati menjadi terurai membentuk gula-gula sederhana oleh amilase dalam tepung. Tetapi apabila jumlah sel ragi sedikit akan mengakibatkan kadar gula-gula sederhana menurun karena pati belum terurai dengan ragi. Pati dari tepung dirombak menjadi disakarida maltosa oleh enzim amilase, maltosa dipecah menjadi glukosa oleh maltase. Gula sakarosa yang ada dalam tepung dipecah menjadi glukosa dan fruktosa oleh invertase. Glukosa dan fruktosa termasuk ke dalam gula pereduksi dimana glukosa dan fruktosa ini kemudian difermentasi menjadi CO_2 dan alkohol oleh kompleks zymase yang dikeluarkan oleh ragi (Winarno, 1997).

Perlakuan konsentrasi ragi (b1) terhadap substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar termodifikasi yang ditambahkan maka kadar gula reduksi yang dihasilkan semakin meningkat, begitu juga keadaannya untuk b2 dan b3. Kadar gula reduksi donat, nyata dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi jalar ke dalam terigu. Semakin tinggi substitusi, semakin tinggi pula kadar gula reduksi donat. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar gula reduksi pada tepung ubi jalar termodifikasi dibanding terigu (1,49%) (Anwar.,dkk, 1993).

4.2.3. Uji Organoleptik

Uji Organoleptik pada produk bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen dari suatu produk terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi minat dan kesukaan konsumen. Parameter uji organoleptik yang dianalisis meliputi aroma, rasa, tekstur dan penampakan.

4.2.3.1. Penampakan

Hasil analisis variansi (ANAVA) dapat diketahui bahwa konsentrasi ragi berpengaruh terhadap nilai kesukaan penampakan donat (Lampiran 8), sedangkan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh seperti dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap Nilai Penampakan Donat

Konsentrasi Ragi (B)	Nilai Rata-rata	Taraf Nyata
b ₁ (konsentrasi ragi 1%)	4,718	c
b ₂ (konsentrasi ragi 1,5%)	4,422	b
b ₃ (konsentrasi ragi 2%)	3,837	a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang berbeda menyatakan berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Tabel 20 menunjukkan konsentrasi ragi nyata mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan donat. Nilai penerimaan panelis cenderung menurun dengan semakin tingginya konsentrasi ragi. Perlakuan penambahan konsentrasi ragi 1% (b₁) memberikan nilai penerimaan panelis terhadap penampakan donat yang tertinggi. Hal ini terjadi karena penampakan donat dipengaruhi oleh aroma dan tekstur donat yang dihasilkan. Kadar gula reduksi donat dengan perlakuan a1 jumlahnya paling sedikit diantara yang lain. Peningkatan kadar gula reduksi setelah dijadikan donat, karena adanya proses fermentasi dimana pati pada tepung ubi jalar banyak yang terfermentasi menjadi gula-gula sederhana sehingga menyebabkan kadar gula reduksinya menjadi bertambah. Gula-gula hasil fermentasi ini yang akan bereaksi dengan asam amino yang akan menghasilkan aroma donat. Hal ini terjadi karena aroma hasil aktivitas dari ragi sewaktu fermentasi tidak dapat menutupi aroma khas yang dihasilkan

dari tepung ubi jalar (Beranbaum, 2003). Dengan semakin meningkatnya konsentrasi ragi maka aroma hasil aktivitas dari ragi akan semakin kuat dan menutupi aroma khas tepung ubi jalar sehingga kurang disukai.

Tekstur dengan volume pengembangan yang rendah lebih disukai panelis. Tepung ubi jalar mengandung kadar pati yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi volume pengembangan karena semakin tinggi kadar pati maka volume donat juga akan meningkat (Beranbaum, 2003).

Kualitas donat yang baik haruslah memiliki standar yang memenuhi dua kategori yaitu bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar misalnya volume pengembangan donat. Semakin besar volume donat maka makin lembut donatnya bila diremas dengan tangan. Bagian dalam misalnya tekstur, tekstur yang diinginkan apabila dipegang sifat jaringannya halus, lembut dan elastis. Sebaiknya tidak melekat di jari dan itu tandanya fermentasi belum cukup, aroma roti yang baik ialah beraroma gandum dan ragi (US Wheat Associates, 1983).

4.2.3.2. Aroma

Hasil analisis variansi (ANOVA) dapat diketahui bahwa konsentrasi ragi berpengaruh terhadap nilai kesukaan aroma donat (Lampiran 8), sedangkan pengaruh substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap nilai kesukaan aroma donat dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21 menunjukkan konsentrasi ragi nyata mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap aroma donat. Nilai penerimaan panelis cenderung menurun dengan semakin tingginya konsentrasi ragi. Perlakuan penambahan

konsentrasi ragi 1% (b₁) memberikan nilai penerimaan panelis terhadap aroma donat yang tertinggi. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi ragi 1% optimum untuk terjadinya proses fermentasi dimana pati pada tepung ubi jalar difermentasi menjadi gula-gula sederhana, Gula-gula hasil fermentasi ini akan bereaksi dengan asam amino dan menghasilkan alkohol yang menjadi khas aroma donat. Pada konsentrasi ragi yang lebih tinggi, aroma alkohol hasil fermentasi ragi semakin menyengat sehingga tidak disukai oleh panelis (Beranbaum, 2003).

Tabel 21. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap aroma Donat

Konsentrasi Ragi (B)	Nilai Rata-rata	Taraf Nyata
b ₁ (konsentrasi ragi 1%)	4,674	b
b ₂ (konsentrasi ragi 1,5%)	4,533	b
b ₃ (konsentrasi ragi 2%)	4,311	a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang berbeda menyatakan berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Selain itu aroma yang dihasilkan pada donat terjadi dikarenakan protein dalam tepung ubi jalar akan terdegradasi menjadi asam amino karena adanya panas selama penggorengan. Asam amino ini kemudian bergabung dengan lemak atau karbohidrat (gula) untuk membentuk senyawa volatil yang dapat menimbulkan aroma. Reaksi antara asam amino dengan gula yang terkandung dalam tepung ubi jalar menghasilkan aroma. Lemak dalam bahan terpisah sehingga mengalami oksidasi dan dipecah oleh adanya panas. Sebagian bahan aktif yang ditimbulkan oleh pemecahan itu bereaksi dengan amino dan peptida untuk menghasilkan aroma dan sebagian lagi menyebar ke udara sambil meninggalkan bau yang khas (Fennema, 1985).

4.2.3.3. Rasa

Hasil analisis variansi (ANAVA) dapat diketahui bahwa konsentrasi ragi berpengaruh terhadap nilai kesukaan rasa donat (Lampiran 8), sedangkan pengaruh substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap nilai kesukaan rasa donat dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap Rasa Donat

Konsentrasi Ragi (B)	Nilai Rata-rata	Taraf Nyata
b ₁ (konsentrasi ragi 1%)	4,556	b
b ₂ (konsentrasi ragi 1,5%)	4,429	b
b ₃ (konsentrasi ragi 2%)	4,163	a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang berbeda menyatakan berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Tabel 22 menunjukkan konsentrasi ragi nyata mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap rasa donat. Nilai penerimaan panelis cenderung menurun dengan semakin tingginya konsentrasi ragi. Perlakuan penambahan konsentrasi ragi 1% (b₁) memberikan nilai penerimaan panelis terhadap rasa donat yang tertinggi. Hal ini dikarenakan Semakin besar konsentrasi ragi yang ditambahkan maka semakin rendah kadar gula yang dihasilkan donat akibat dari proses fermentasi dan menyebabkan semakin berkurang kesukaan panelis terhadap donat tersebut karena kurangnya rasa manis. Hal ini dikarenakan gula yang terdapat dalam donat merupakan gula yang tidak difermentasi oleh ragi sehingga dapat menambah rasa pada donat.

Menurut De Mann (1997), menyatakan bahwa reaksi *Maillard* menyebabkan terjadinya pigmen coklat atau melanoidin yang tidak jelas dan dapat mengakibatkan terbentuknya senyawa rasa. Kemungkinan lain adalah pada

konsentrasi ragi 1% (b1), jumlah sel ragi lebih sedikit sehingga menyebabkan proses fermentasi belum terlalu optimum. Pada perlakuan b1 fermentasi belum optimum sehingga gula yang difermentasi oleh ragi belum terurai semua dan menimbulkan rasa pada donat. Alkohol yang dihasilkan pada saat fermentasi memberi citarasa pada donat. Terlalu tinggi konsentrasi ragi akan menyebabkan alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi semakin meningkat sehingga adonan akan berasa asam (US Wheat Associates, 1983).

4.2.3.4. Tekstur

Hasil analisis variansi (ANOVA) dapat diketahui bahwa perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan konsentrasi ragi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap nilai kesukaan tekstur donat (Lampiran 8), maka dilakukan uji lanjut Duncan seperti dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23 memperlihatkan nilai penerimaan panelis terhadap tekstur donat, dimana nilai penerimaan panelis terhadap tekstur donat nyata dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu dan konsentrasi ragi (Tabel 23).

Perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) terhadap konsentrasi ragi (b1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan maka nilai penerimaan panelis terhadap tekstur donat semakin meningkat, begitu juga keadaanya untuk a2 dan a3.

Perlakuan a1 mempunyai kecenderungan bahwa semakin banyak konsentrasi ragi, penilaian panelis terhadap tekstur donat semakin nyata. Hal ini dikarenakan pengembangan yang optimum pada konsentrasi 2% (b3) sehingga

tekstur yang didapat lebih menarik dibandingkan dengan konsentrasi 1% (b1) dan 1,5% (b2) (US Wheat Associates, 1983). Pembentukan tekstur "*crumb*" terjadi selama proses fermentasi dan penggorengan. Pada adonan yang difermentasi, gas yang dihasilkan selama fermentasi dapat diikat oleh adonan karena adanya pati dan bahan-bahan lainnya. Hal ini mengakibatkan terbentuknya rongga-rongga roti yang baik dan seragam dalam adonan.

Tabel 23. Pengaruh Interaksi substitusi tepung Ubi Jalar Termodifikasi ke Dalam Terigu dan Konsentrasi Ragi terhadap tekstur Donat

Substitusi Tepung Ubi Jalar : Terigu (A)	Konsentrasi Ragi (B)		
	b ₁ (1%)	b ₂ (1,5%)	b ₃ (2%)
a ₁ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 10 : 90)	4.844 B b	4.911 B b	4.178 B a
a ₂ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 20 : 80)	4.156 A b	4.733 B c	3.756 A a
a ₃ (Tepung Ubi Jalar : Terigu, 30 : 70)	4.844 B b	4.578 A b	4.267 B a

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal.

Perlakuan konsentrasi ragi (b1) terhadap substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam terigu (a1) mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar termodifikasi yang ditambahkan maka nilai penerimaan panelis terhadap tekstur donat semakin meningkat, begitu juga keadaannya untuk b2 dan b3. Pada konsentrasi 1% (b1), substitusi tepung ubi jalar sebanyak 30% (a3) lebih disukai panelis. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat substitusi tepung ubi jalar hingga 30% masih dapat diterima oleh panelis,

karena kadar air yang cukup tinggi pada tepung ubi jalar mempengaruhi volume pengembangannya dan dengan peningkatan kadar air akan meningkatkan kepadatan pada produk (Beranbaum, 2003). Dengan volume pengembangan yang meningkat akan menghasilkan tekstur donat yang disukai oleh panelis.

Pengerasan pada donat terjadi karena tepung non-terigu tidak memiliki ikatan disulfida pada proteinnya. Tidak adanya gluten pada protein tepung ubi jalar menyebabkan tidak tergantikannya peran seluruh komponen terigu. Dalam penelitian ini perbandingan yang digunakan adalah 10:90 (a1), 20:80 (a2), dan 30:70 (a3). Hal ini dikarenakan penambahan tepung non gandum lebih besar dari 30% umumnya menghasilkan pengenceran gluten secara berlebihan menghasilkan donat yang bermutu rendah, baik dari segi penampakan fisik, volume, remah dan tekstur roti (Dendy, James dan Clarke, 1970 dalam Akbar 1994). Sehingga dalam penelitian ini terbukti bahwa dengan substitusi tepung ubi jalar hingga 30% masih dapat diterima oleh panelis.

4.2.4. Penentuan dan Analisis Sampel Terpilih

Berdasarkan rata-rata data hasil analisis fisik (volume pengembangan), analisis kimia (kadar air dan kadar gula reduksi) dan uji organoleptik (penampakan, aroma, rasa dan tekstur), maka dapat disimpulkan sampel terpilih dalam penelitian ini ialah perlakuan a3b1. Penentuan sampel terpilih dapat dilihat dalam Lampiran 10. sampel a3b1 terpilih sebagai sampel terbaik dikarenakan uji organoleptik menunjukkan bahwa sampel tersebut masih bisa diterima oleh panelis pada penambahan tepung ubi jalar yang termodifikasi sebanyak 30%, serta pada

analisis kimia menunjukkan kadar gula reduksi yang tidak terlalu tinggi dan kadar air yang masuk kedalam syarat SNI.

Produk a₃b₁ merupakan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi sebanyak 30% ke dalam terigu dengan konsentrasi ragi 1%. Penilaian produk a₃b₁ ini mempertimbangkan segi organoleptik dan hasil uji analisis kimia. Dimana sampel a₃b₁ dari segi aroma, rasa, penampakan, dan tekstur masih dapat diterima oleh panelis pada penambahan tepung ubi jalar termodifikasi sebanyak 30% dengan konsentrasi ragi rendah sebesar 1%, dan dari hasil uji analisis kimia menunjukkan kadar gula reduksi yang tidak terlalu tinggi dan kadar air yang masuk syarat SNI.

Sampel terpilih tersebut selanjutnya dilakukan analisis kimia yang meliputi kadar lemak (metode Soxhlet) dan kadar protein (metode Kjeldahl). Hasil analisis kimia dapat dilihat dalam Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Analisis Kimia Sampel Tepilih

Sampel	Jenis Analisis	Hasil (%)
a ₃ b ₁	Kadar lemak	24,35
	Kadar protein	5,82

4.2.4.1 Kadar Lemak

Hasil analisis kimia kadar lemak (Tabel 24), sampel a₃b₁ mengandung kadar lemak sebesar 24,35%, sedangkan bahan baku tepung ubi jalar putih memiliki kadar lemak sebesar 0,75% (Anwar., dkk, 1993). Setelah dijadikan donat dengan proses penggorengan terjadi kenaikan kadar lemak. Lemak yang terkandung didalam donat ini diantaranya berasal dari kuning telur, margarin dan minyak goreng. Adanya penggorengan mengakibatkan terjadinya penurunan senyawa volatil yang tersusun atas asam-asam lemak sehingga lemak yang

dimiliki oleh suatu bahan pangan mengalami penurunan (Tranggono, 1988). Kadar lemak margarin adalah 81%, kuning telur 31% dan minyak kelapa sawit 100%. Komposisi atau jenis asam lemak dan sifat fisiko-kimianya tiap jenis lemak berbeda-beda, dan hal ini disebabkan oleh perbedaan sumber yaitu hewani atau nabati. Perbedaan yang umum antara lemak nabati dan hewani adalah lemak hewani mengandung kolesterol sedangkan lemak nabati mengandung fitosterol, dan kadar asam lemak tidak jenuh dalam lemak hewani lebih kecil dari pada lemak nabati (Winarno, 1997).

4.2.4.2. Kadar Protein

Hasil analisis kimia kadar protein (Tabel 24), sampel a3b1 mengandung kadar protein sebesar 5,82%, sedangkan bahan baku tepung ubi jalar putih memiliki kadar protein sebesar 2,35%. Sumber protein pada donat berasal dari terigu dan telur (kuning telur). Adanya peningkatan kadar protein setelah menjadi donat dikarenakan kuning telur yang digunakan sebagai bahan penunjang dalam pembuatan donat memiliki kadar protein yang besar (17%) dibandingkan dengan kadar protein telur utuh sebesar 14% ataupun putih telur yaitu sebesar 12% (Sultan, 1981).

Menurut penelitian Margareth (2006), kadar protein donat paling tinggi ialah sebesar 6,43% dan kadar protein donat paling rendah ialah 4,41%. Terigu yang digunakan pada pembuatan donat memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan yang digunakan pada kue bawang. Pemakaian tepung terigu berprotein tinggi ini dengan alasan karena tepung ubi jalar merupakan tepung non gluten yang tidak memiliki ikatan disulfida pada proteinnya sehingga perlu

adanya tambahan protein dari tepung lain. Ikatan disulfida ini terdapat pada gluten dan memiliki pengaruh dalam menstabilkan protein. Donat yang terbuat dari bahan selain terigu atau substitusi dengan terigu akan cepat mengalami *stalling* (pengerasan) dan penurunan kualitas simpan (Margareth, 2006).

V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kesimpulan dan (2) Saran.

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Kajian Substitusi Tepung Ubi Jalar (*Ipoemoe batatas*) Varietas Sukuh yang Termodifikasi secara fisik ke Dalam Terigu dan Konsentrasi Ragi terhadap Karakteristik Donat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis sifat amilografi pada tepung termodifikasi menunjukkan bahwa tepung ubi jalar yang dimodifikasi dengan cara *Heat Moisture Threatment* pada suhu 77⁰C selama 3 jam memberikan hasil modifikasi pati terbaik. Hasil analisis kimia dan rendemen tepung ubi jalar termodifikasi secara fisik ialah kadar air 9,79% ; Kadar protein 5,145% ; Kadar gula reduksi 4,53% ; dan rendemen 32,435%.
2. Perlakuan substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam tepung terigu berpengaruh terhadap volume pengembangan, kadar air, kadar gula reduksi, dan tekstur donat.
3. Perlakuan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap volume pengembangan, kadar air, kadar gula reduksi, tekstur, penampakan, aroma, dan rasa donat.
4. Interaksi antara substitusi tepung ubi jalar termodifikasi ke dalam tepung terigu dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap volume pengembangan, kadar air, kadar gula reduksi, dan tekstur donat.
5. Berdasarkan hasil analisis fisik, analisis kimia dan uji organoleptik pada penelitian utama, maka perlakuan terpilih adalah a3b1 yaitu substitusi tepung ubi

jalar termodifikasi ke dalam terigu sebanyak 30% dengan konsentrasi ragi 1%.

6. Hasil analisis kimia sampel terpilih (a3b1) diperoleh kadar lemak 24,35% dan kadar protein 5,82%.

5.2. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai daya simpan produk donat.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai berbagai bahan pengembang untuk memperbaiki karakteristik donat.
3. Perlu adanya penelitian substitusi tepung lain pada pembuatan donat sehingga diharapkan dapat meningkatkan mutu donat.
4. Perlu adanya perbaikan formulasi dalam pembuatan donat substitusi, dengan harapan dapat memperbaiki mutu donat yang dihasilkan dan meningkatkan penerimaannya.
5. Perlu adanya penambahan waktu modifikasi pada tepung ubi jalar untuk memperbaiki viskositas puncak pasta tepung ubi jalar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahza, (1983), **Pengolahan Mie dan Roti dalam Laporan Pelaksanaan Pendidikan dan Latihan Tenaga Pembina Wilayah Bina Swadaya dalam Bidang Pengolahan Pangan Tradisional**, Pusbangtepa, Institut Petanian Bogor, Bogor.
- Ahmad Nurfida, (2010), **Jurnal Penelitian Mengenai Modifikasi Pati**, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Akbar Bela, (1994), **Pengaruh Penambahan Xanthan Gum dan Subtitusi Parsial Tepung Gandum dengan Tepung Campuran dalam Pembuatan Roti Tawar**, Skripsi, Teknologi Industri Pertanian, Fateta, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Afrianti, (2002), **Pembuatan Tepung Ketela Yang Dimodifikasi Dengan Proses Fermentasi Sebagai Subtitusi Tepung Terigu**, Program studi SI Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret.
- Alden, (2005), **Yeast**, *Available at* <http://www.foodsubs.com/LeavenYeast.html>, *access* 20/10/2013.
- Anwar, F., B. Setiawan dan A. Sulaeman, (1993), **Studi Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Pati dan Tepung Ubi Jalar serta Pemanfaatannya dalam Rangka Diversifikasi Pangan**, PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- AOAC, (2010). **Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists**, Washington D.C.
- Apriyantono, A., (2006), **Bahan Pembuat Bakery dan Kue**, *Available at* <http://www.halalguide.info/content/view/410/38/>, *access* 20/10/2013.
- Astawan, M. dan S. Widowati, (2006), **Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Ubi Jalar sebagai Dasar Pengembangan Pangan Fungsional**, Jurnal Penelitian RUSNAS, Bogor.
- Badan Pusat Statistik, (2012), **Food Crops Statistics**, *Available at* <http://www.bps.go.id/Food Crops Statistics.html>, *access* 20/10/2013.

- Beranbaum, R.L, (2003), **The Bread Bible**, W.W. Norton and company, New York,
 Didalam : Margareth, Julia, (2006), **Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Goreng Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Klon BB00105.10**, Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bogasari *Fluor Mills*, (1996), **Wheat Milling Process**, Penerbit PT. ISM. Jakarta.
- Buckle, K.A., Edwards R.A., Fleet G.H., Wotton M., Penerjemah ; Hari Purnomo, Adiono, (1987), **Ilmu Pangan**, Cetakan Kedua, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Christina, Sandra, (2008), **Sedap Pemula “Kue-kue Tradisional Berkuah”**, Edisi 42/IX/2008, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Collado, L.S., L.B. Mabesa, C.G. Oates dan H. Corke. 2001. **Bihon-type of Noodles from Heat Moisture Treated Sweet Potato Starch**. J. Food Sci. 66(4): 604-609
- Daniel, A.R., (1978), **Bakery materials and Methods**, London, Applied Science Publishers.
- DeMann, (1997), **Kimia Makanan**, Penerbit ITB, Bandung. Departement Perindustrian RI. **Standar Nasional Indonesia**.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, (1981), **Daftar Komposisi Bahan Makanan**, Bharata, Jakarta.
- Djuanda, V, (2003), **Optimasi Formulasi Cookies Ubi Jalar Berdasarkan Sajian Preferensi Konsumen**, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Eben, (1999), **Studi Pengaruh Penggunaan Karboksimetil Selulosa (CMC) dan Tepung Terigu Pada Pembuatan Donat dengan Bahan Dasar Tepung Singkong dan Tape Singkong**, Tugas Akhir, Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.
- Evi Sribudiani, (2008), **Karakteristik Mutu Pati Sagu dari Provinsi Riau dengan Perlakuan Heat Moisture Treatment**, Program Study Teknologi hasil pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Riau.

- Faridah, A. (2008) **Patiseri**. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Fennema, O.R, (1985), **Food Chemistry**, First Edition, Marcel Dekker Inc, New York.
- Gasperz V., (1995), **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan**, Cetakan I, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Gumpel, John, (1946), **Baking and Pastry Mastering Art and Craft “ The Culinary Institute of America”**, John Willey and Sons Inc.
- Hanafi, Amat, (1999), **Potensi Tepung Ubi Jalar Sebagai Bahan Subtitusi Tepung Terigu pada Proses Pembuatan Cookies yang Disuplementasi dengan Kacang Hijau**, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Hartono, (1993), **Bagaimana Kita Membuat Roti, Bolu, Cake, Taart dan Kue**, Depot Informasi Obat, Jakarta, Didalam : Margareth, Julia, (2006), **Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Goreng Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Klon BB00105.10**, Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Herman, (2009), **Donat dan macamnya**, Available at <http://www.donat-men.blogspot/.html>, access 20/10/2013.
- Imran, Jan (2000), **Prospek Tepung Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) Sebagai Subtitusi Dalam Pembuatan Donat**, Tugas Akhir, Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Tekologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jangchud, K., Y. Phimolsiripol, V. Haruthaitanasan, (2003), **Physicochemical Properties of Sweet Potato Flour and Starch as Affected by Blanching and Processing**, Journal Startch.
- Kadarisman, D., dan A. Sulaeman, (1993), **Teknologi Pengolahan Ubi Kayu dan Ubi Jalar**, Didalam : Dhania, Sendhi, **Langkah Awal Penggandaan Skala Tepung Ubi Jalar dan Beberapa Karakteristiknya**, Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Karindha, (2002), **Studi Perubahan Sifat Fisik Kimia Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipoema batatas* Var.*Sukuh*) sebagai Efek Modifikasi Menggunakan Metode Heat Moisture Treatment**, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Keni, Damayanti,. (2010), **Kajian Konsentrasi Natrium Metabisulfit Dan Lama Perendaman Pada Tepung Bengkoang**, Program studi Teknologi Pangan, Universitas Pembangunan Nasional.
- Khutschevar, L.H., (1975), **Standard Principles and Techniques in Quantity Food Production**, A Devition of Corner Publ. Co. Inc., Boston, Massachusets, Didalam : Margareth, Julia, (2006), **Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Goreng Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Klon BB00105.10**, Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kusnandar, (2010), **Pati dengan Nilai Indeks glikemik**, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lii, C.-Y. dan Chang, S.-M. (1981). **Characterization of red bean starch and its noodle quality**. Di dalam: Kim, Y.S., D.P. Wiesenborn, J.H. Lorenzen, dan 61 P. Berglund. 1996. **Suitability of Edible Bean and Potato Starches for Starch Noodles**. Cereal Chem. 73(3):302-308 Limbongan, J. 2007. Morfologi Beberapa Jenis Sag.
- Lingga, P, B. Sarwono, I. Rahardi, P.C. Raharjo, J.J Afriastini, R. Wudianto, W.H. Apriadi, (1986), **Bertanam Umbi-umbian**, Cetakan I, Penerbit PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Lorenz, K. dan Kulp. K. (1981). **Heat-moisture treatment of starches II: Functional properties and baking potential**. Di dalam: Manuel, H. J. 1996. **The Effect Of Heat-Moisture Treatment On The Structure and Physicochemical Properties of Legume Starches**. Thesis. Department of Biochemistry, Memonal University of Newfoundland Canada.
- Maisuryanti, Ellya, (2004), **Pengaruh Perbandingan Tepung Biji Durian (*Durio sp*) dengan Tepung Terigu dan Waktu Fermentasi Akhir Terhadap Karakteristik Roti Manis**, Tugas Akhir, Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

- Manuel, H. J. (1996). **The Effect Of Heat-Moisture Treatment On The Structure and Physicochemical Properties of Legume Starches**. Thesis. Department of Biochemistry, Memorial University of Newfoundland Canada.
- Margareth, Julia, (2006), **Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Goreng Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Klon BB00105.10**, Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Matz, (1992), **Bakery Technology and Engineering**, Third Edition, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Melianawati, A., (1998), **Pembuatan Produk Ekstruksi dari Campuran Kedelai, Tepung Pisang dan Tepung Beras**, Skripsi Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Moorthy, S, N, (2000), **Tropical Sources of Starch**, Di dalam : A.C. Eliasson (ed), **Starch In Food, Structure, function and applications**. CRC . Press LLC, USA.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono, (1989), **Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**, Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtadi, (1997), **Teknologi Proses Pengolahan Pangan**, Depdikbud, Dirjen Pendidikan Tinggi, PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtar, (1989), **Farmasi Fisika : Bagian Larutan dan Sistem Dispersi**, Gadjah Mada University Press, Jakarta.
- Nosoh, Y. Dan T. Sekiguchi, (1991), **Protein Stability and Stabilization Through Protein Engineering**, Ellis Horwood Limited, England.
- Olayinka, O. O., Adebawale, K. O. and Olu-Owolabi, B. I. 2008. **Effect heat moisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch**. Food Hydrocolloids, 22: 225 –230.
- Osundahunsi, O.F, N.F. Tayo, K. Ellina, dan S. Eyal, (2003), **Comparison of the Physicochemical Properties and Pasting Characteristic of Flour and Starch**

- From Red and White Sweet Potato Cultivar**, Journal Agricultural and Food Chemistry.
- Pomeranz and Shellenberger, (1971), **Bread Science and Technology**, The AVI Publishing Company, Inc, Connecticut.
- Pukkahuta, C. dan S. Varavinit. (2007). **Structural Transformation of Sago Starch by Heat-Moisture and Osmotic-Pressure Treatment**. Starch/Stärke 59 (2007) 624–631
- Purwani, E.Y., Widianingrum, R. Thahrir dan Muslich. 2006. **Effect of Moisture Treatment of Sago Starch on Its Noodle Quality**. Indonesian Journal of Agricultural Science 7(1): 8-14.
- Rahardja, Meviana Joice. (2006). **Gula dan Garam-Komposisi**. (<http://aboutbread.blogspot.com/2008/05/gula-dan-garam-komposisi-page3.html>), access : 05/11/2013.
- Ramadhan, Kurnia. (2009). **Aplikasi Pati Sagu Termodifikasi HTM untuk Pembuatan Bihun Instan**.Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Resmisari, Asri, (2000), **Tepung jagung komposit, pembuatan dan Pengolahannya**, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen pertanian Mahasiswa Pascasarjana Program Studi ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana, R, (1997), **Ubi Jalar : Budi Daya dan Pasca Panen**, Cetakan kedelapan, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Schoch, T.J. dan Maywald, E.C. (1968). Di dalam Collado, L.S. dan Corke, H. 1999. **Heat-moisture treatment Effects on Sweetpotato Starches Differing in Amylose Content**. Food Chemistry 65: 339 – 346.
- Sibuea, (2001), **Penggunaan Gum Xanthan pada Subtitusi Parsial Tepung Terigu dengan Tepung Jagung dalam Pembuatan Roti**, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.
- Shinta, (2008), **Donat Empuk Lagi**, Available at <http://www.dapuramatir.blogspot.com/2008/05/donat-empuk-lagi.html>, access 20/10/2013.

- Soekanto, S. (1990). **Dasar-Dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan**. Penerbit Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soekarto S. T., (1985), **Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**, Penerbit Bhrata Aksara, Jakarta.
- Soewitomo, Sisca, (2007), **Kreasi Donat**, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Steinbauer, C.E. dan L.J. Kushman, (1971), **Sweet Potato Culture and Disease Agriculture Handbook No.338**, Agricultural Research Service-United States Department of Agriculture, Washington, D.C.
- Suarni, (1996), **Pemanfaatan Tepung Sorghum untuk Produk Olahan**, *Available at* <http://www.pustaka-deptan.go.id/publication/p3234045.pdf>, *access* 20/10/2013.
- Suismono, (1995), **Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) dan Manfaatnya untuk Produk Ekstruksi Mie Basah**, Thesis, Pasca Sarjana, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sultan, (1981), **Practical Baking**, Revised Third Edition, The AVI Publishing Company, Inc, Connecticut.
- Sulistiyo, C.N, (2006), **Pengembangan Brownies Kukus Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) di PT FITS Mandiri Bogor**, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutomo, Budi, (2006), **Memilih tepung Terigu yang Benar Untuk Membuat Roti, Cake dan Kue Kering**, *Available at* [http://www.batan.go.id/Gizi dan Kuliner.html](http://www.batan.go.id/Gizi%20dan%20Kuliner.html), *access* 20/10/2013.
- Syarifah, (2011), **Kajian substitusi Tepung Ubi Jalar terhadap Berbagai produk Cake**, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tranggono, (1988), **Bahan Tambahan Makanan (*Food Additives*)**, Edisi Pertama, Penerbit Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Tsakama, (2011), **Heat treatment effect of moisture on the physical and chemical properties of sweet potato flour**, Journal Agricultural and Food Chemistry.
- US Wheat Associates, (1983), **Pedoman Pembuatan Roti dan Kue**, Cetakan Pertama, Djambatan, Jakarta.
- Widianarko, (2000), **Roti Menjadi Bantat**, Available at http://bebas.vlsm.org/artikel/pangan/tips_pangan/TEK6.PDF, access 20/10/2013.
- Widya Dwi Rukmi, (2010), **Studi Perubahan Sifat Fisik Kimia Tepung Ubi Jalar dari Efek Modifikasi Menggunakan Metode Heat Moisture Treatment**, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G, (1981), **Bahan Pangan Terfermentasi**, Kumpulan Pikiran dan Gagasan Tertulis, Pusbangtepa, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G., (1997), **Kimia Pangan dan Gizi**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winata, A, Y, (2001), **Karakterisasi Tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) Pramasak Hasil Pengeringan Drum serta Aplikasinya untuk Substitusi Tepung Terigu pada Pembuatan Roti Manis**, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wurzburg, O. B, (1989), **Modified Starches: Properties and uses**, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Yusianti dan Hariyadi, (2001), **Kajian Formulasi dan Proses Pemanggangan Roti Manis Kaya Karotenida dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar dan Minyak Sawit**, Kumpulan Hasil Penelitian Terbaik Bogasari Nugraha 1998-2001, Jakarta.
- Yusuf, (1985), **Substitusi Terigu dengan Tepung Ubi Jalar dalam Pembuatan Roti**, Proceedings dalam Diskusi Teknologi Pangan IV, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Penelitian bekerja sama dengan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, Bogor.
- Zuraida, N (2005), **Sweet Potato as an Alternative Food Supplement During Rice Shortage**, Available at <http://pustaka.bogor.net/publ/jp3/jp224-31.htm>, access 21/10/2013.

LAMPIRAN

Lampiran I. Prosedur Analisis Kimia

1.1. Prosedur Penentuan Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 2010)

Tujuan percobaan penentuan kadar air dengan menggunakan metode Gravimetri adalah untuk menentukan kadar air dalam suatu bahan makanan dengan metode Gravimetri (pengeringan), dengan syarat bahan pangan mempunyai kadar air yang tinggi dengan menggunakan suhu tinggi untuk mempercepat penguapan, serta mencegah terjadinya reaksi pembentukan air (AOAC, 2010)

Prinsip dari metode Gravimetri adalah penguapan air yang ada dalam bahan pangan dengan jalan pemanasan. Kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua bahan air sudah diuapkan (AOAC, 2010).

Prosedur penentuan kadar air dengan metode Gravimetri ini adalah : ditimbang cawan kosong (W_0) lalu dikeringkan dalam oven pada suhu $100^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ selama $\pm 2 - 3$ jam, setelah itu didinginkan dalam eksikator selama 15 menit. Kemudian cawan ditimbang kembali, setelah ditimbang cawan dimasukkan ke dalam oven selama 30 menit untuk mendapatkan berat konstan. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam cawan (W_1), lalu dimasukkan kedalam oven pada suhu 100°C selama ± 2 jam, lalu didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit. Kemudian cawan yang telah didinginkan di eksikator, ditimbang kembali untuk mengetahui berat hasil pengeringan (W_2).

Rumus Metode Gravimetri

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan :

W_0 = Berat kaca arloji (Berat Cawan)

W_1 = Berat kaca arloji ditambah sampel awal (Sebelum pemanasan dalam oven)

W_2 = Berat kaca arloji ditambah sampel (Setelah didinginkan dalam eksikator)

W_s = Berat Sampel

Contoh perhitungan :

Dari analisis kadar air sampel tepung ubi jalar termodifikasi diperoleh data sebagai berikut :

Berat wadah = 0,117 g (w_0)

Berat sampel = 2,001 g (w_s)

Berat wadah + sampel konstan = 1,922 g (w_2)

Berat wadah + sampel = 2,118 g (w_1)

$$\begin{aligned} \text{Rumus : \% Kadar Air} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \times 100\% \\ &= \frac{2,118 - 1,922}{2,118 - 0,117} \times 100\% \\ &= \mathbf{9,79 \%} \end{aligned}$$

1.2. Prosedur Analisis Penentuan Kadar Gula Pereduksi Metode Luff Schorl (AOAC, 2010).

Tujuan dari percobaan karbohidrat untuk menentukan gula pereduksi adalah untuk mengetahui banyak gula pereduksi dalam suatu bahan makanan dan kaitannya dengan kandungan glukosa dan fruktosa yang berperan sebagai gula pereduksi.

Prinsip percobaan pada penentuan gula pereduksi adalah berdasarkan reaksi reduksi-oksidasi antara gula pereduksi dalam suatu bahan pangan dengan ion Cu^{2+} , kelebihan Cu^{2+} kemudian dititrasi dengan larutan tiosulfat baku menggunakan indikator kanji.

Prosedur penentuan kadar gula pereduksi dengan metode Luff Schorl ini adalah : sampel sebanyak 5-10 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu takar 250 ml serta ditambah air aquades hingga tanda tera. Disaring dan dipipet 50 ml filtratnya, dimasukkan ke dalam labu takar 250 ml. Ditambahkan 10 ml Pb asetat setengah basa kemudian dikocok. Dites dengan tetesan larutan Na_2HPO_4 10 %. Bila timbul endapan putih berarti sudah cukup. Ditambahkan air hingga tanda tera, dikocok dan dibiarkan sekitar 30 menit dan kemudian disaring. Sebelum terjadi Inversi Filtrat sebanyak 10 ml dipipet ke dalam labu erlenmeyer 500 ml bertutup asah. Ditambahkan 15 ml air, dan 25 ml larutan luff. Dipanaskan selama 2 menit sampai mendidih dan didihkan terus selama 10 menit dengan nyala kecil. Diangkat dan didinginkan cepat. Setelah dingin ditambahkan 10-15 ml KI 30 % dan 25 ml H_2SO_4 25 % dengan pelan-pelan. Dititrasi dengan larutan tio

0,1 N dan larutan kanji 0,5 % sebagai indikator setelah larutan menjadi berwarna putih kekuningan. Setelah terjadi inversi Filtrat sebanyak 50 ml dipipet dan dimasukkan dalam labu takar 100 ml. Ditambahkan 5 ml HCL 25 % kemudian labu dimasukkan ke dalam penangas air dengan suhu 60-70 °C. Dibiarkan selama 10 menit agar menginversi gula-gula. Diangkat dan didinginkan, ditambahkan NaOH 30 % hingga merah jambu Tepatkan hingga tanda tera dan kocok secukupnya. Dipipetkan 10 ml larutan ini dan tetapkan gula sesudah inversi dengan cara di atas. Dari selisih kedua penitaran dapat diahitug jumlah glukosa fruktosa atau gula pereduksi dengan menggunakan daftar.

$$\text{Kadar gula pereduksi} = \frac{\text{mg Glukosa} \times \Phi}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

Keterangan :

W_s = berat sampel

Φ = faktor pengenceran

Contoh perhitungan :

Dari analisis kadar gula reduksi sampel tepung ubi jalar termodifikasi diperoleh data sebagai berikut:

$$\text{Berat KIO}_3 = 0.041 \text{ g}$$

$$\text{BE KIO}_3 = 35.667$$

$$\text{Vol. Na. Tio Sulfat} = 11.00 \text{ mL}$$

$$\text{Normalitas Na. Tio Sulfat} = \frac{0.041 \times 1000}{35.667 \times 11.00} = 0.1045\text{N}$$

$$\text{Berat sampel} = 1.006 \text{ g}$$

$$\text{Faktor pengenceran} = 250/25 = 10x$$

$$\text{Vol. Titrasi blanko} = 24.80 \text{ mL}$$

$$\text{Vol. Titrasi sampel} = 22.80 \text{ mL}$$

$$\text{Vol. Na. Tio Sulfat 0.1 N} = \frac{(24.80 - 22.80) \times 0.1045}{0.1} = 2.0900 \text{ mL}$$

$$\text{Mg gula reduksi} = 4.80 + \frac{(2.0900 - 2) \times (7.2 - 4.8)}{3-2} = 5.016 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumus : Kadar reduksi (\%, b/b)} &= \frac{10 \times 5.0160}{1.106 \times 1000} \times 100\% \\ &= \mathbf{4.5353 \%} \end{aligned}$$

1.3. Prosedur Penentuan Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl (AOAC, 2010).

Tujuan percobaan dengan menggunakan metode Kjeldahl adalah untuk menganalisis kadar protein kasar yang terkandung dalam bahan makanan secara tidak langsung, karena yang dianalisis dengan cara ini adalah kadar nitrogennya. Pada pembuatan roti, analisis kadar protein sangat perlu dilakukan mengingat protein merupakan salah satu nilai gizi yang penting dan sering menjadi ukuran bagi konsumen untuk mengkonsumsi bahan makanan.

Prinsip percobaan dengan menggunakan metode Kjeldahl adalah berdasarkan perubahan nitrogen organik menjadi garam amonium dengan cara destruksi dengan ditamhakkannya larutan H_2SO_4 pekat dan pemakaian suatu katalisator yang sesuai, hasil destruksi didestilasi dalam suasana basa kuat, gas amonia yang terjadi dalam destilat ditampung dalam suasana asam baku yang berlebih, kelebihan asam dititrasi kembali dengan larutan basa baku dengan menggunakan indikator yang sesuai.

Prosedur penentuan kadar protein dengan metode Kjeldahl ini adalah :
Proses destruksi dimulai dengan memasukkan sampel yang telah dihasilkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan dengan 5 gram garam Kjeldahl (Na_2SO_4 4,6 gram, HgO 0,3 gram, Se 0,01 gram) serta 2 butir batu didih. Melalui dinding labu, ditambahkan 30 ml larutan H_2SO_4 pekat, lalu dipanaskan di dalam ruang asam dengan api kecil sampai mengarang dan labu diposisikan dengan kemiringan 45° . Setelah mengarang, api diperbesar dan dibiarkan mendidih sampai terbentuk larutan jernih kemudian didinginkan. Kemudian ditambahkan 50 ml aquadest lalu didinginkan. Hasil destruksi dimasukkan kedalam labu takar 100 ml kemudian ditanda bataskan menggunakan aquadest. Kemudian proses destilasi menggunakan seperangkat alat destilasi berupa kondensor, adafter, dan labu erlenmeyer. Pada salah satu ujung kondensor dipasangkan labu erlenmeyer yang telah berisi 30 ml NaOH 30 %, 5 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 5 %, 50 ml aquadest, dan 2 butir granul seng dan 10,0 ml larutan sampel hasil destruksi. Ujung kondensor yang terdapat adafter dipasangkan labu erlenmeyer yang telah diisi oleh 25 ml HCl 0,1 N dan pastikan tercelup kedalam larutan. Pada proses ini juga ditambahkan lakmus merah sebagai indikator. Destilasi dilakukan sampai volume sampel tinggal setengahnya dan dihentikan sampai dengan destilat tidak mengubah warna lakmus merah (lakmus merah tetap merah). Kemudian bilas kondensor. Setelah itu proses titrasi dilakukan setelah hasil destilat didapatkan. Hasil destilat kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N baku dengan menggunakan indikator phenolphthalein sampai diperoleh titik akhir titrasi berwarna merah muda.

Setelah titrasi selesai dilakukan, volume titrasi (V_s) dicatat untuk menghitung kadar nitrogen yang terdapat dalam sampel. Sedangkan kadar protein dihitung dengan mengalikan kadar nitrogen yang diperoleh dengan faktor konversi dari kadar nitrogen menjadi kadar protein. Untuk tepung faktor perkaliannya adalah 6,25 untuk tepung dan untuk roti, gandum, mie adalah 5,70 (AOAC, 2005).

Rumus penentuan kadar protein Metode Kjeldahl

$$\% N = \frac{(V_b - V_s) N_{NaOH} \times BE N \times \emptyset}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Nitrogen} = \% N \times FK$$

Keterangan :

V_b = Volume Blanko

V_s = Volume Sampel

N_{NaOH} = Pembakuan NaOH (0,1 N)

$BE N$ = 14,008

\emptyset = Faktor pengenceran (100/10)

W_s = Berat sampel

FK = Faktor konversi (Faktor perkalian = 6,25 untuk tepung ; 5,70 untuk roti)

Contoh perhitungan :

Dari analisis kadar protein sampel tepung ubi jalar termodifikasi ialah sebagai berikut :

$$\text{Berat } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 0,072 \text{ g}$$

$$BE_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = 63,035$$

Volume NaOH = 10.15 mL

Normalitas NaOH = $\frac{0.072 \times 1000}{63.035 \times 10.15} = 0.1125 \text{ N}$

Berat sampel = 2.106 g

Faktor pengenceran = $100/10 = 10x$

Vol. Titrasi blanko = 21.70 mL

Vol. Titrasi sampel = 20.70 mL

Ar. Nitrogen = 14.008

Faktor protein = 6.25

Rumus : Kadar Protein (% , b/b) = $\frac{10x(23.10-22.00)x0.1125x14.008x6.25}{2.106 \times 1000} \times 100\%$
= 5.1445 %

1. 4. Prosedur Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet (AOAC, 2010).

a. Metode Kadar Lemak

Tujuan analisis kadar lemak dengan metode Soxhlet ialah untuk mengetahui kandungan lemak yang terkandung dalam suatu bahan pangan dengan cara ekstraksi dengan soxhlet.

b. Prinsip Metode Soxhlet

Melarutkan lemak dengan menggunakan pelarut lemak melalui pemanasan pelarut lemak.

c. Prosedur Metode Soxhlet

Pertama-tama labu bersih yang diisi beberapa butir batu didih dikeringkan pada oven sekitar suhu 105^0 C , kemudian didinginkan dalam eksikator dan

ditimbang. kemudian bahan sebanyak 5 gram dimasukan kedalam kertas saring. Kemudian kertas saring yang berisi bahan dimasukkan kedalam tabung soxhlet. Tabung soxhlet disambungkan dengan labu. Kemudian labu dimasukan larutan N-heksan, dan disambungkan dengan pendingin dan dipanaskan selama 3 jam. Setelah ekstraksi selesai, pelarut disulingkan sampai 3 ml, lalu diuapkan semua pelarut yang tersisa. Setelah itu labu dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang sampai mencapai berat konstan.

d. Rumus :

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{W_1 - W_0}{W_s} \times 100$$

Keterangan:

W_1 = berat labu + lemak

W_0 = berat labu

Contoh perhitungan (Sampel terbaik a₂b₃) :

Dik : W sampel = 5,01 gram

W_0 (labu kosong) = 106,99 gram

W_1 (labu + lemak) = 108.35 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Lemak} &= \frac{W_1 - W_0}{W_s} \times 100 \\ &= \frac{108.35 - 106.99}{5.01} \times 100\% \\ &= \mathbf{27.14 \%} \end{aligned}$$

1.5. Prosedur Penentuan Sifat Amilografi tepung dengan *Brookfield Viscometer* (Muchtar, 1989).

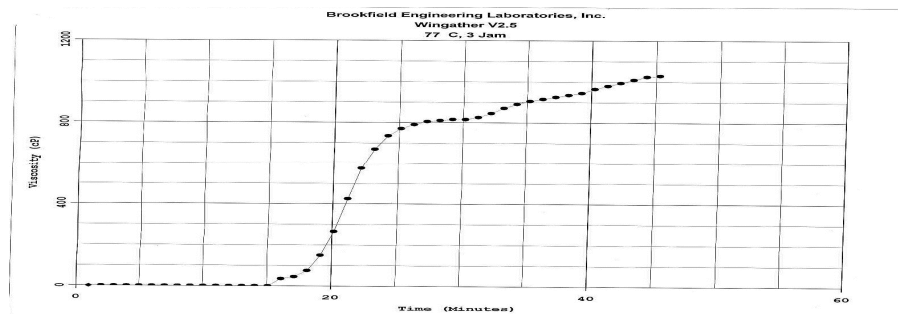
Tujuan dari percobaan ini ialah untuk mengetahui sifat amilografi dari tepung dan kaitannya dengan proses gelatinisasi pada pengolahan tepung itu sendiri.

Prinsip dari percobaan ini adalah didasarkan atas kekuatan putaran dimana semakin kuat putaran dari *spindle* maka akan semakin tinggi viskositas larutan yang diuji sehingga hambatannya pun semakin besar.

Prosedur penentuan sifat amilografi tepung dengan *Brookfield viscometer* adalah sebanyak 1 g tepung dilarutkan dengan 10 mL aquadest didalam bejana pemanas. Alat *spindle* dimasukan ke dalam bejana. Pengaturan kecepatan putaran *spindle*, suhu pemanas 95°C dan suhu pendinginan sampai 50°C diatur melalui perintah menu program. Nilai suhu gelatinisasi, viscositas puncak, dan viscositas balik pasta akan direkam pada lembar dan digambar grafik perubahannya.

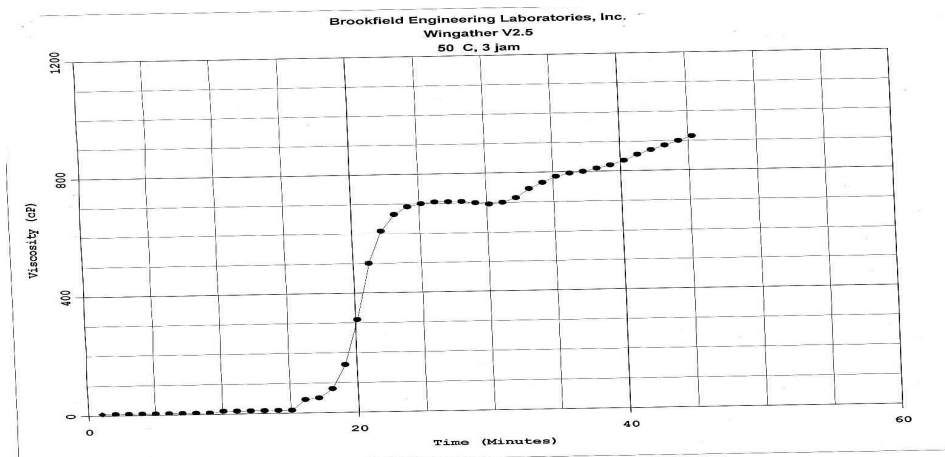
Contoh gambar grafik sifat amilografi tepung :

A. Tepung ubi jalar termodifikasi 77°C , selama 3 jam



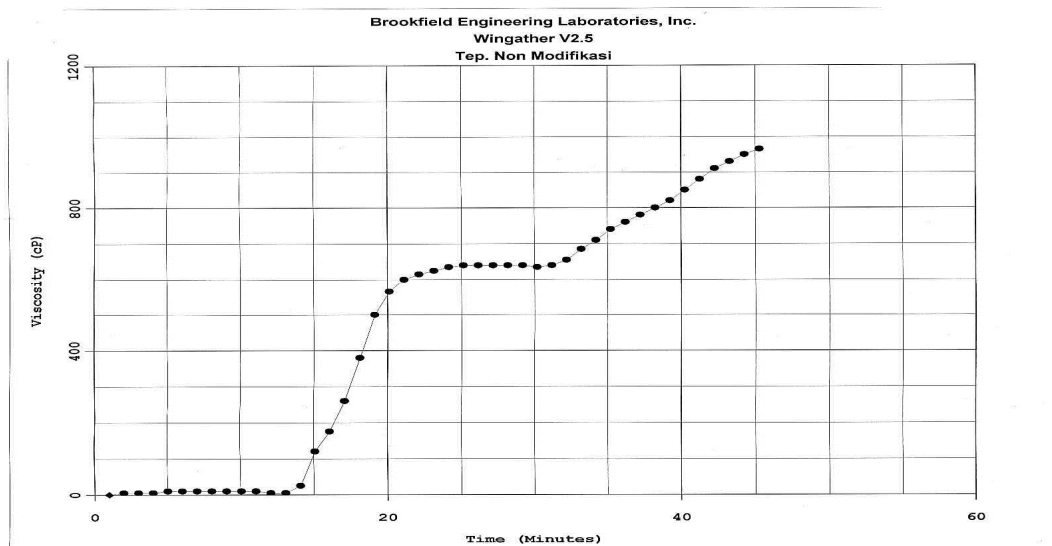
Gambar 8. Grafik tepung modifikasi pada suhu 77°C selama 3 jam

B. Tepung ubi jalar modifikasi 50⁰C, selama 3 jam



Gambar 9. Grafik tepung modifikasi pada suhu 50⁰C selama 3 jam

C. Tepung ubi jalar non modifikasi



Gambar 10. Grafik tepung non modifikasi

Lampiran 2. Perhitungan Rendemen Bahan Baku

2. 1. Perhitungan Rendemen Tepung Ubi Jalar

$$\text{Rumus : \% Rendemen} = \frac{W_{\text{produk}}}{W_{\text{kotorbahanbaku}}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan :

Dari analisis sampel tepung ubi jalar termodifikasi ialah sebagai berikut :

Berat bahan baku = 1388,09 g

Berat produk = 450,23 g

$$\begin{aligned} \text{Rumus : \% Rendemen} &= \frac{W_{\text{produk}}}{W_{\text{kotorbahanbaku}}} \times 100\% \\ &= \frac{450,23 \text{ g}}{1388,09 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \mathbf{32,435 \%} \end{aligned}$$

Lampiran 3. Prosedur Analisis Fisik

3. 1. Volume Pengembangan (Takeshi et. Al., 1990 dalam Maisuryanti 2004)

Untuk mengukur volume pengembangan donat dilakukan pengukuran diameter pada donat sebelum digoreng, setelah proses penggorengan dilakukan lagi pengukuran diameter dari donat. Volume yang digunakan adalah $\frac{1}{2}$ bola, karena bentuknya $\frac{1}{2}$ bundar. Selisih volume donat sebelum dan sesudah pengembangan dinyatakan sebagai volume pengembangan yang dihitung dalam (%). Dengan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = \pi D^2/4 \times t, \text{ dimana } D = d_1 - d_2$$

$$V_2 = \pi D^2/4 \times t$$

$$V_p = [(V_2 - V_1)]/V_1 \times 100\%$$

Ket : V_1 = Volume Donat sebelum digoreng

V_2 = Volume Donat sesudah digoreng

V_p = Volume Pengembangan

d_1 = Diameter full donat

d_2 = Diameter lubang donat

Contoh perhitungan :

Dari analisis fisik sampel donat a_1b_1 dilakukan pengukuran dari berbagai arah sebanyak 4 kali. Hasil pengukuran sebelum digoreng untuk diameter full donat (d_1) berturut-turut : 6,5 ; 6,6 ; 6,4 ; 6,5 dan untuk diameter lubang donat (d_2) berturut-turut 2,0 ; 2,0 ; 1,6 ; 1,7 sedangkan untuk tinggi (t) berturut-turut : 1,7 ; 1,5 ; 1,5 ; 1,4 sehingga didapat rata-rata d_1 , d_2 dan t ialah 6,5 ; 1,8 dan 1,5. Hasil pengukuran sesudah digoreng untuk diameter full donat (d_1) berturut-turut : 6,9 ; 6,9 ; 7,0 ; 6,8 dan untuk diameter lubang donat (d_2) berturut-turut 1,5 ; 1,4 ; 1,4 ; 1,3 sedangkan untuk tinggi (t) berturut-turut : 2,0 ; 1,8 ; 2,1 ; 1,8 sehingga didapat rata-rata d_1 , d_2 dan t ialah 6,9 ; 1,4 dan 1,9.

$$V_1 = 3,14 \times (6,5-1,8)^2/4 \times 1,5 = 26,01$$

$$V_2 = 3,14 \times (6,9-1,4)^2/4 \times 1,9 = 45,12$$

$$V_p = [(45,12 - 26,01)]/ 26,01 \times 100\% = \mathbf{73,47\%}$$

Lampiran 4. Format Pengujian Organoleptik

a. Uji Hedonik (Soekarto, 1985)

Nama Panelis :

Tanggal Pengujian :

Bahan : Donat Ubi Jalar

Tanda Tangan :

Intruksi :

Saudara akan diberikan 9 (Sembilan) sampel donat untuk menilai penampakan, rasa, aroma, tekstur dan saudara diminta untuk menilai berdasar atas kesukaan saudara akan sampel tersebut dengan memberikan nilai yang sesuai pada skala hedonik sebagai berikut :

1. Amat Sangat tidak sukai
2. Sangat Tidak sukai
3. Tidak suka
4. Biasa
5. Disukai
6. Sangat disukai
7. Amat Sangat disukai

Kode	Penampakan	Rasa	Aroma	Tekstur
123				
345				
567				
789				
321				
543				
765				
987				
211				

Lampiran 5. Prosedur Penerapan modifikasi *Heat Moisture Treatment*

5.1. Prosedur penerapan modifikasi *Heat Moisture Treatment* pada tepung ubi jalar termodifikasi (Kharinda, 2002)

Prosedur penerapan modifikasi *Heat Moisture Treatment* pada tepung ubi jalar adalah tepung ubi jalar yang diketahui kadar airnya ditambah air sampai berkadar air 30%, selanjutnya dikondisikan pada suhu 5⁰C selama 5 jam. Tepung basah kemudian ditingkatkan suhunya pada suhu ruang sebelum dimodifikasi. Modifikasi *heat moisture treatment* dilakukan pada suhu 50 dan 77⁰C selama 3 jam dalam keadaan tertutup *aluminium foil* dengan menggunakan oven. Tepung hasil modifikasi kemudian dikeringkan pada suhu 50° C selama 5 jam, selajutnya diblender dan diayak 80 mesh untuk akhirnya diperoleh tepung ubi jalar yang telah termodifikasi secara fisik.

Lampiran 6. Standar Mutu

Tabel 25. Syarat Mutu Donat berdasarkan SNI

No	Kriteria Uji	Persyaratan
1	Keadaan	
1.1	Bau	Normal
1.2	Warna	Normal
1.3	Rasa	Normal
2	Kadar air	Maksimal 40%
3	Kadar lemak	
3.1	Tanpa proses penggorengan	Maksimal 30%
3.2	Dengan Proses Penggorengan	Maksimal 33%

Sumber : SNI 01-2000